

Szerkesztők:  
Krajnc Zoltán - Csengeri János

# A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században



## **A hadtudomány és a hadviselés komplexitása a XXI. században**

Szerzők:

© Földi László – Padányi József – Petró Tibor – Halász László – Berek Tamás – Kállai Ernő – Für Gáspár – Tuba Zoltán – Körmös Csaba – Szilágyi Gábor – Kocsi János Gyula – Tamás Attila – Krajnc Zoltán – Kristóf Zoltán – Csengeri János – Németh András – Négyesi Lajos – Dénes Kálmán – Szabó András – Derzsényi Attila – Horváth Tibor, 2014., 2015.

Kiadja:

© Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2015

Minden jog fenntartva. Bármilyen másoláshoz, sokszorosításhoz, illetve más adat feldolgozórendszerben való tároláshoz és rögzítéshez a kiadó előzetes írásbeli hozzájárulása szükséges.

Lektor: Horváth J. Csaba – Krajnc Zoltán

Olvasószerkesztés, tördelés:

Csengeri János - Krajnc Zoltán

Nyomtatás: Novokrescsenszkov Tamás

**ISBN 978-615-5527-47-0**

## Előszó

A „*Korszerű hadviselés és haderő*” megnevezésű hadtudományi kutatóműhely az egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Vezetőképző Intézet tanszékeinek bázisán működik.

A kutatóműhely tervezett kutatásainak közvetlen előzményét a „*Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások*” (TÁMOP-4.2.1. B-11/2/KMR-2011-0001.) projekt képezi, amelynek keretében a Karunk tizenegy kiemelt kutatási területen folytatott kutatásokat. E kutatások jól illeszkedtek az újonnan alakult egyetem kutatási portfóliójába.

A szakmai-tudományos műhely alapításának és működtetésének a célja:

- Kutatni a korszerű hadviselés elméletének és gyakorlatának fejlődéstörténetét és hozzájárulni a tárcs szintű döntés-előkészítési folyamatokhoz a kutatások eredményeivel;
- Az NKE által szimbolikusan megjelenített „államtudományi” gondolat, a hivatásrendek együttműködési kérdéseinek kutatása, a gyakorlat számára eljárásrendek, ajánlások kidolgozása;
- Kutatni az összhaderőnemi hadviselés fejlődéstörténetét és belső tartalmát;
- Szimulációs kiképzési-felkészítési módszerek, eljárások kutatása és adaptálási lehetőségek vizsgálata a parancsnoki-műveleti felkészítésbe;
- Feltárni az összhaderőnemi elmélet és gyakorlat evolúciójának hatását a légi hadviselési doktrínákra;
- Kutatóhely és együttműködés biztosítása a téma iránt érdeklődő kutatóknak, szakértőknek: az akadémiai szféra (egyetem) és a vezetészervek-, valamint a csapattagozat szakértő erőfeszítéseinek az integrálása;
- A kutatások eredményeinek megjelenítése az oktatásban, támogatva ezzel az alap-, mester- és a doktori képzést egyaránt;
- Tehetséggondozási feladatok ellátása: a hallgatók bevonása, egyfajta „szakkör-jelleggel”, akár szabadon választható tárgy keretében, a tudományos kutatásba, diplomamunkák, ill. szakdolgozatok munkálatainak integrálása a kiemelt kutatási területek tevékenységeibe;
- Rendszerességgel tartott „*Korszerű hadviselés és haderő*” című tudományos kerekasztal (workshop) beszélgetés sorozattal elősegíteni a tudományos eredmények disszeminációját és a hadtudomány népszerűsítését;

- A kutatóműhely tevékenységeiről körlevél, honlap, facebook és twitter-profil segítségével, továbbá önálló youtube csatornán számolunk be;

A 2014 és 2015-ben működött kiemelt kutatási területek:

- Kiképzés-felkészítés virtuális (szimulációs) környezetben.
- Az összhaderőnemi és légi műveletek evolúciója.
- A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései.
- Csata és hadszíntérkutatás módszertani kérdései.
- A Varsói szerződéstől a NATO-tagságig (a Magyar Honvédség és a magyar közigazgatás tevékenysége a határaink melletti válságok idején).
- Katonaföldrajz-geoinformációs technológiák.
- „Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései”
- Az ellátási lánc, mint kritikus infrastruktúra

Ez a kiadvány „Korszerű hadviselés - hadtudományi kutatóműhely” kutatóinak a tanulmányaiból lett válogatva, példázva az olvasóknak a kutatóműhely kiemelt kutatási területeinek munkáját.

Budapest, 2015. október 16.

*Dr. habil. Krajnc Zoltán alezredes*  
egyetemi docens, kutatóműhely vezető

## Tartalom

<b>Földi László: Változó természeti környezet, klímaváltozás. Az emberiség növekvő vízigénye és a vízforrások csökkenésének konfliktusa</b>	12
Bevezetés	12
Mennyi vizünk van?	13
Mire használjuk a vizet és mennyit?	16
Víz-lábnyom	16
Meddig elég az emberiségnek a víz?	19
A fenntartható fejlődés szükségessége és lehetőségei	20
A globális éghajlatváltozás egyes következményei	21
A vízhiány által generált konfliktusok	25
Összegzés	26
Felhasznált irodalom:	26
<b>Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus</b>	28
Bevezetés	28
Vízhelyzet a Krím-félszigeten	29
Küzdelem az ivóvízért a Közel-Keleten	31
Izrael	35
Egyiptom és Etiópia küzdelme a Nílus vízéért	37
India és Pakisztán konfliktusa	40
A Tibeti-fennsík szerepe a vízellátásban	42
Összegzés	43
Felhasznált irodalom	44
<b>Petró Tibor: Vizek által okozott károk, európai kitekintés</b>	47
Bevezetés	47
A vizek okozta károk típusai, hatásmechanizmusai	48
Európa vízrajza, az elmúlt időszak nagy európai árvízi katasztrófái	50
Összegzés	59
Felhasznált irodalom	60
<b>Berek Tamás: A víz, mint környezeti erőforrás a Kárpát-medencében, vízbázisok, vízbiztonság</b>	61
Bevezetés	61
Vízkészletek, vízigények	61
Kockázatok, veszélyek, fenyegetések	64
Az ivóvízbiztonság elvei, vízbiztonsági tervezés	67
Összegzés	70

<i>Felhasznált irodalom.....</i>	72
<b><i>Halász László: Lakossági vízellátás, hazai ivóvíz-minőségi problémák, korszerű víztisztítás .....</i></b>	75
<i>Lakossági vízellátórendszer .....</i>	75
<i>Vízforrások jellemzői .....</i>	76
<i>A vizek minősége .....</i>	82
<i>Víztisztítási módszerek.....</i>	83
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	86
<b><i>Kállai Ernő: A víz felhasználása katonai szempontból, műveleti vízellátás, víztisztítás .....</i></b>	88
<i>Bevezető.....</i>	88
<i>Rendelkezésre álló eszközök.....</i>	94
<i>Összegzés.....</i>	99
<i> Javaslatok.....</i>	100
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	101
<b><i>Für Gáspár: Terepelemzés .....</i></b>	103
<i>Bevezetés .....</i>	103
<i>Gondolatok a terepelemzésről.....</i>	104
<i>A terepelemzés általános katonai szempontjai .....</i>	105
<i>Megfigyelés és tűzterület .....</i>	105
<i>Álcázás, rejtés, és fedés .....</i>	105
<i>Akadályok.....</i>	107
<i>Kulcsfontosságú terepszakaszok.....</i>	107
<i>Légi és földi megközelítési útvonalak, mozgást biztosító folyosók .....</i>	107
<i>Kombinált akadály térképrátét készítése .....</i>	109
<i>Befejezés .....</i>	112
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	112
<b><i>Tuba Zoltán: Az időjárás hatása a katonai műveletekre .....</i></b>	114
<i>Bevezetés .....</i>	114
<i>A „Military Aspects of Weather” sablon.....</i>	114
<i>Raszter adatok előállítása .....</i>	115
<i>Adatok megjelenítése .....</i>	116
<i>Klimatológiai idősorok bemutatása .....</i>	117
<i>WMO adatok és állomásadatok importálása .....</i>	119
<i>Származtatott adatok előállítása .....</i>	121
<i>Az aktuális időjárás kezelése .....</i>	122
<i>Előrejelzések kezelése.....</i>	124
<i>Összegzés.....</i>	126

<i>Felhasznált irodalom.....</i>	127
<b>Körmös Csaba: A terep katonai aspektusainak vizsgálata térinformatikai környezetben .....</b>	129
<i>A terepértékelés katonai szempontjainak megvalósulása az eszközcsoomagban .....</i>	129
<i>A terep katonai aspektusainak vizsgálata térinformatikai környezetben .....</i>	129
<i>A légi megfigyelés ellen védett terepszakaszok .....</i>	131
<i>Alacsony röppályájú fegyverek tüze elleni védelem .....</i>	131
<i>Az uralgó pontok .....</i>	133
<i>A láthatóság.....</i>	135
<i>A tüzéségi eszközök telepítése .....</i>	137
<i>Helikopter leszállóhelyek .....</i>	138
<i>Kidobási körletek.....</i>	139
<i>Terepjárhatóság .....</i>	140
<i>A kulcsfontosságú terepszakaszok .....</i>	141
<i>Az előrevonás irányai .....</i>	142
<i>Összegzés.....</i>	143
<i>Felhasznált irodalom és adatok .....</i>	144
<b>Dénes Kálmán-Négyesi Lajos-Németh András-Padányi József-Szabó András:.....</b>	146
<b>A csata- és hadszíntérkutatás módszertani kérdései.....</b>	146
<i>A hadirégészeti kutatás módszertani kérdései .....</i>	150
<i>Előkészítés, társadalmi kapcsolatok kialakítása .....</i>	150
<i>Talajmintavétel módszerei.....</i>	152
<i>Talajmintavétel fűrésszel .....</i>	153
<i>Fémkereső műszerekkel végzett vizsgálatok tapasztalatai .....</i>	154
<i>A műszerek működésével kapcsolatos vizsgálatok .....</i>	155
<i>Műszeres ellenőrzés.....</i>	156
<i>Valós környezetben végzett validációs mérések .....</i>	157
<i>Légi eszközökkel történő geodéziai felmérés (LIDAR) .....</i>	159
<i>Drónok alkalmazása a terepkutatásban .....</i>	162
<i>A rendszer felépítése.....</i>	163
<i>A rendszer elemei .....</i>	164
<i>Alkalmazási tapasztalatok, következtetések, ajánlások .....</i>	169
<i>Összegzés.....</i>	173
<i>Felhasznált irodalom: .....</i>	173
<b>Tamás Attila: Kiképzés-felkészítés virtuális (szimulációs)környezetben .....</b>	175
<i>Szimulátorok a Magyar Honvédségben.....</i>	175
<i>Rövid történeti áttekintés .....</i>	175

<i>Harcvezetői szimulátor (HVSZ90, HVSZ91, HVSZ96).....</i>	176
<i>IPR89 (KLSZ91, KLSZ95).....</i>	176
<i>Baglyas harc- és tűzvezetői szimulátor (v1-1993, v2-2001, v3-2005).....</i>	176
<i>Marcus, Mars harcvezetői szimulátorok (2000).....</i>	177
<i>Tűzfeladat gyakorló berendezés (TFGYB 2003) .....</i>	177
<i>Művelettervező rendszer (MTR 2003) .....</i>	178
<i>A Kronos szimulátor.....</i>	178
<i>A szimulátor rendeltetése, felépítése .....</i>	178
<i>Szimulált eszközök .....</i>	181
<i>Élőerő .....</i>	182
<i>Terepmegjelenítés.....</i>	183
<i>Látvány, hang- és fényeffektusok.....</i>	185
<i>Látvány .....</i>	185
<i>Fényeffektusok .....</i>	186
<i>Hangok és zajok.....</i>	187
<i>Nézetek .....</i>	187
<i>Egyéb szolgáltatások .....</i>	188
<i>Terepi adatbázisok a szimulátorokban.....</i>	188
<i>A Kronos szimulátor alkalmazása .....</i>	191
<i>Alkalmazás a csapatoknál .....</i>	191
<i>A szimulátor alkalmazása a katonai vezetői szakon.....</i>	192
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	194
<b><i>Kocsi János Gyula: Katonai vezetők (szakaszparancsnokok) felkészítése és kiképzése virtuális (szimulációs) környezetben .....</i></b>	<b>195</b>
<i>Bevezetés .....</i>	195
<i>A VBS3 képességei.....</i>	196
<i>A szoftver bővítési lehetőségei.....</i>	197
<i>A program alkalmazása kisalegységek felkészítése során.....</i>	198
<i>Fejlesztési lehetőségek .....</i>	201
<i>Összegzés.....</i>	202
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	203
<b><i>Derzsényi Attila: A különleges jogrend szerinti beszerzések főkérdései.....</i></b>	<b>204</b>
<i>Előszó .....</i>	204
<i>Logisztika tagozódásának megfelelő beszerzés .....</i>	205
<i>Normál időszaktól eltérő helyzet .....</i>	208
<i>Beszerzés a különleges jogrendben .....</i>	209



<i>Következtetések.....</i>	211
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	212
<i>Hivatkozott jogszabályok.....</i>	212
<b><i>Horváth Tibor: Az IED elleni tevékenység a műszaki támogatás rendszerében.....</i></b>	214
<i>Bevezetés .....</i>	214
<i>IED eszközök .....</i>	215
<i>A NATO C-IED tevékenysége .....</i>	217
<i>Kiképzési együttműködés .....</i>	219
<i>Magyar szerepvállalás a nemzetközi C-IED tevékenységben.....</i>	221
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	228
<b><i>Csengeri János: A repülőterek futópálya és gurulóút tulajdonságainak bemutatása .....</i></b>	229
<i>Bevezetés .....</i>	229
<i>Repülőterek infrastrukturális elemei, Airside.....</i>	229
<i>Felszállópályák (Runways).....</i>	230
<i>A felszállópályák elhelyezésének befolyásoló tényezői.....</i>	230
<i>A felszállópályák hosszúságát meghatározó tényezők.....</i>	231
<i>A repülőterek referencia kódja .....</i>	232
<i>A felszállópálya szélessége .....</i>	233
<i>Közzétett távolságok .....</i>	233
<i>Gurulóutak (Taxiways).....</i>	234
<i>Gurulóút hálózatok.....</i>	234
<i>Gurulóút típusok.....</i>	236
<i>Gurulóutak szélessége .....</i>	238
<i>Kitérő várakozó helyek (Holding bays) .....</i>	239
<i>Összegzés.....</i>	241
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	241
<b><i>Krajnc Zoltán: A célpont-kiválasztási, művelettervezési paradigmák és légi hadviselés .....</i></b>	242
<i>Bevezetés .....</i>	242
<i>A légierő. mint a légi hadviselés legfőbb aktora .....</i>	242
<i>„Az ellenség, mint rendszer” .....</i>	246
<i>A hatás alapú műveletek, mint a korszerű művelettervezés formája .....</i>	247
<i>Felhasznált irodalom.....</i>	249
<b><i>Krajnc Zoltán: The emerging new area of science: ecology of warfare (new paradigms in planning and conducting of military operations).....</i></b>	250
<i>Introduction .....</i>	250
<i>Fundamental concepts, categories .....</i>	250

<i>Relatively new interdisciplinary area of science: the ecology of the warfare</i> .....	251
<i>The causal connections of the warfare and the changes happening in the biosphere</i> .....	252
<i>Conclusion</i> .....	254
<i>Literature</i> .....	255
<b>Kristóf Zoltán: A légvédelmi alegységek erőik védelme (Force Protection) feladatainak főkérdései</b> .....	257
<i>Bevezetés (az erőik védelmének alapelvei)</i> .....	257
<i>Erőik védelme folyamatai tervezése</i> .....	258
<i>Erőik védelme speciális feladatai</i> .....	259
<i>A passzív légvédelmi rendszabályok – légvédelmi alegységek erőik védelme - rendszere</i> .....	260
<i>Álcázás, rejtés és megtévesztés</i> .....	260
<i>Megerősítés</i> .....	261
<i>Helyreállítás</i> .....	261
<i>Atom-, biológiai- és vegyivédelem</i> .....	261
<i>Redundancia</i> .....	261
<i>Felderítés, riasztás</i> .....	262
<i>Erőik és eszközök széttelepítése</i> .....	262
<i>Mobilitás</i> .....	262
<i>Az erőik védelme feladatai végrehajtása – rendszabályai fogantatása</i> .....	263
<i>Aktív erőik védelme rendszabályai</i> .....	263
<i>Passzív erőik védelme rendszabályai</i> .....	263
<i>Helyreállító, re-kreatív rendszabályok</i> .....	264
<i>Felhasznált irodalom</i> .....	264
<b>Szilágyi Gábor: Virtuális (szimulációs) környezet és a terepi összetevők kölcsönhatása</b> .....	266
<i>Bevezető</i> .....	266
<i>A terepelemek és meteorológiai összetevők</i> .....	267
<i>Domborzat</i> .....	268
<i>Talaj</i> .....	268
<i>Vízrajz</i> .....	269
<i>Növényzet</i> .....	269
<i>Települések, épületek és egyéb építmények</i> .....	270
<i>Közlekedési hálózatok</i> .....	270
<i>Meteorológiai összetevők</i> .....	271
<i>Az terep összetevőinek és az alapvető elemeinek megjelenése a Virtual Battlespace 3 szimulációs környezetben</i> .....	271
<i>A domborzat megjelenítése</i> .....	272

Talaj.....	273
Vizek .....	273
Növényzet .....	274
Települések és építmények.....	276
Közlekedési hálózatok.....	277
<i>Meteorológiai paraméterek</i> .....	278
Szél és légmozgások .....	278
Csapadék, felhőzet és köd .....	279
Hőmérséklet .....	281
Éghajlati viszonyok.....	281
<i>A terepi tájékozódás szoftver által nyújtott lehetőségei</i> .....	282
Természeti tényezők.....	282
Tájékozódást segítő eszközök .....	283
<i>A tájoló használatának lehetőségei</i> .....	284
<i>A GPS készülék használata</i> .....	285
<i>A beépített távcső használata</i> .....	286
Összegzés.....	286
Felhasznált irodalom.....	288

***Földi László: Változó természeti környezet, klímaváltozás. Az emberiség növekvő vízigénye és a vízforrások csökkenésének konfliktusa<sup>1</sup>***

*Bevezetés*

Az emberiség létszámának rohamos, egyre növekvő gyarapodása, vélt vagy valós szükségleteink kielégítése érdekében a Föld természeti erőforrásainak felhasználása, az okozott károk és azok következményei egyre inkább elgondolkodásra késztetnek bennünket jövőnket illetően.<sup>2</sup> Őseink megélték energia (elektromos, fosszilis, stb.) nélkül is. Túléltek a jégkorszak és számos melegebb időszak megpróbáltatásait is. Van viszont egy olyan anyag, amely a Föld kincsei, az emberiség számára értékes források közül több szempontból is kiemelkedik. Ez a víz, az egyik legfontosabb anyag a Földön. Nélküle ugyanis nincs élet.

Vajon tisztában vagyunk azzal, mekkora kincs ez számunkra? Sejtjük-e, hogy a felelőtlen és pazarló vízgazdálkodás következtében milyen közel vagyunk egy komoly vízhiányos időszakhoz?

Sajnálatos módon, számos meghatározó körülmény mutat egyidejűleg abba a nemkívánatos irányba, ami az emberiség vízigényének drasztikus emelkedését okozza. Ebben csak egy részletet jelent az a tény, hogy a bolygónkon az emberiség létszáma exponenciálisan növekszik, és több embernek értelemszerűen több vízre is van szüksége. Ezzel párhuzamosan jelentkezik az a tény, hogy a modernnek tekintett fogyasztói társadalmakban az egyének „víz-lábnyoma”, azaz az egy főre eső vízfogyasztás is többszöröse a kevésbé fejlett országokénak. Így tehát a fejlődő országok polgárai előtt álló cél és példakép, azaz a jóléti társadalom igazából egy pazarlóbb életmódot jelent. Emberek százmilliói vágnak ilyen életre, amit ha elérnek, az a globális vízigény jelentős növekedésével jár majd. Végül, de nem utolsó sorban pedig fontos annak a megemlézése, hogy a növekvő igények mellett a jövőben a vízkészleteknek sokkal inkább a csökkenése várható. Természeti környezetünkben zajlanak olyan negatív irányba ható folyamatok, mint például a globális éghajlatváltozás, aminek kapcsán főként a jelenleg igen sűrűn lakott területeken (Száhel-övezet) az előrejelzések és hosszú távú klímamodellek alapján jelentős száradás várható, az elsivatagosodás és az aszályok fokozódó problémát jelentenek majd.

Egyértelmű, hogy a csökkenő vízkészletek megőrzése, az azok feletti ellenőrzés megszerzése és megtartása a jövőben egy igen fontos biztonsági problémává válik majd. Attól

---

<sup>1</sup> „A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései” kiemelt kutatási terület

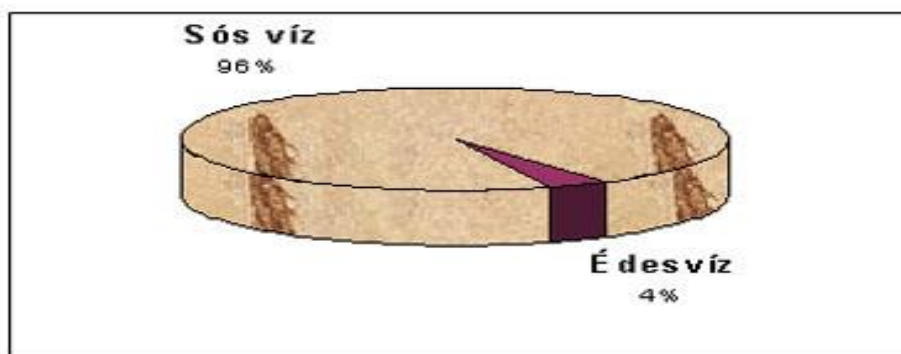
<sup>2</sup> Földi L., Halász L.: Környezetbiztonság, Complex Kiadó (Kiskönyvtár a biztonságról, ISSN 2060-8047; 4.), 2009 Budapest, oldalszám: 419, ISBN: 978-963-295-020-4

függően, hogy adott területeken milyen egyéb társadalmi, gazdasági, politikai és szociális feszültségek léteznek, a vízhiány okozta konfliktushelyzetek eltérő mértékben eszkalálódhatnak. Már ma is tudunk olyanokról, amik a fegyveres küzdelem fázisába jutottak, míg máshol a békés rendezés két- vagy többoldalú tárgyalásos megállapodás révén rendeződni látszik. Tekintsük tehát át a vízzel kapcsolatos mennyiségi és minőségi kérdéseket globális szinten.

### *Mennyi vizünk van?*

Mai ismereteink szerint a víz mindhárom halmazállapotában csak bolygónkon fordul elő a Naprendszerben. Ez azért vált lehetővé, mert a Föld Naptól való távolsága megfelelő felszíni hőmérsékletszintet biztosít, így a vízkészlet nem jutott a megfagyás vagy a teljes elpárolgás sorsára, mint bolygó-szomszédjainkon, a Marson, illetve a Vénuszon.

A Föld vízkészletén alapvetően két dolgot érthetünk. Amennyiben a kőzetburok kémiaiilag kötött vizét is a vízkincs részének tekintjük, megközelítő pontossággal sem tudjuk megbecsülni bolygónk teljes vízkészletét. A becslések szerint a kőzetburokban rejlő víz a felszíni vízkészlet 15–50%-a lehet.

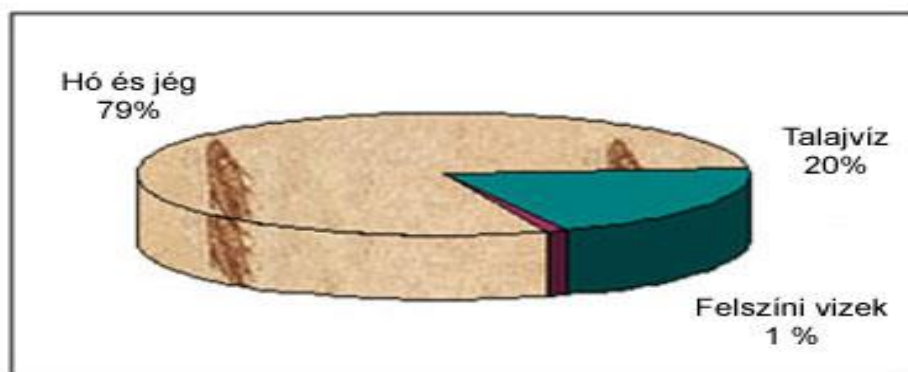


1. ábra: A Föld felszíni vízkészlete (forrás: <http://www.foek.hu/korkep/vizgazd/3-3-4-b-.html>)

A felszíni vízkészlet jól ismert. Földünk a „kék bolygó”, felszínének több mint kétharmadát (kb. 75%-át) borítja víz, mégis a rendelkezésre álló, felhasználható készletek mennyisége egyre kevesebb annak ellenére, hogy a Föld vízkészlete évmilliók óta állandó. Ez összesen 1.384.000.000 km<sup>3</sup> víztömeget jelent. Ez a Föld teljes tömegének 0,02%-a. Ha egyenletesen volna elosztva, a Föld felszínén mintegy 2700 méter vastag burkot lehetne belőle képezni.

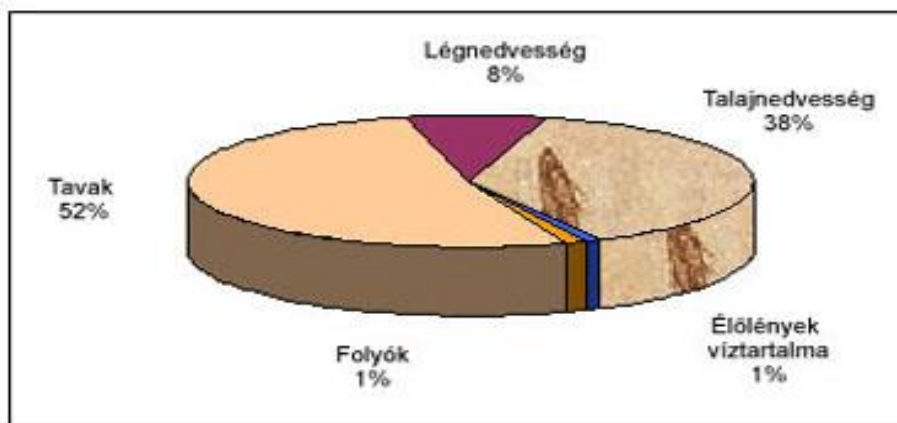
A vízkészlet több mint 97%-át óceánok és tengerek teszik ki Ezek magas sótartalmuk miatt közvetlenül nem alkalmasak sem ivóvíz-, sem iparivíz-felhasználásra, még

mezőgazdasági célokra sem. A világnak azon részein, ahol nincs elegendő édesvíz, sótól „megszabadított”, desztillált vagy ioncserélt (majd kissé visszasózott) tengervizet használnak ivásra, főzésre, azonban ennek előállítása igen energiaigényes és drága.



2. ábra: Édesvíz készleteink megoszlása (forrás: <http://www.foek.hu/korkep/vizgazd/3-3-4-b-.html>)

Az édesvíz mennyisége csupán 3%-a a Föld vízkészletének, amelynek jelentős része (kb. 80%-a) a sarki jégtakaróban található. A mindössze 3 százaléknyi édesvíz kétharmada viszont jégben, kis részben hóban fagyott, s csak drága olvasztással változtatható vízzé. Így a valóban rendelkezésre álló édesvízkészlet a Föld teljes vízkészletének csupán 0,5%-a.<sup>3</sup> Ez arányaiban annyi, mintha egy teli fürdőkádból kimernénk egy kávéscsészényi vizet. Ez nagyon csekély, ezért az édesvíz minden cseppjét meg kell becsülnünk.

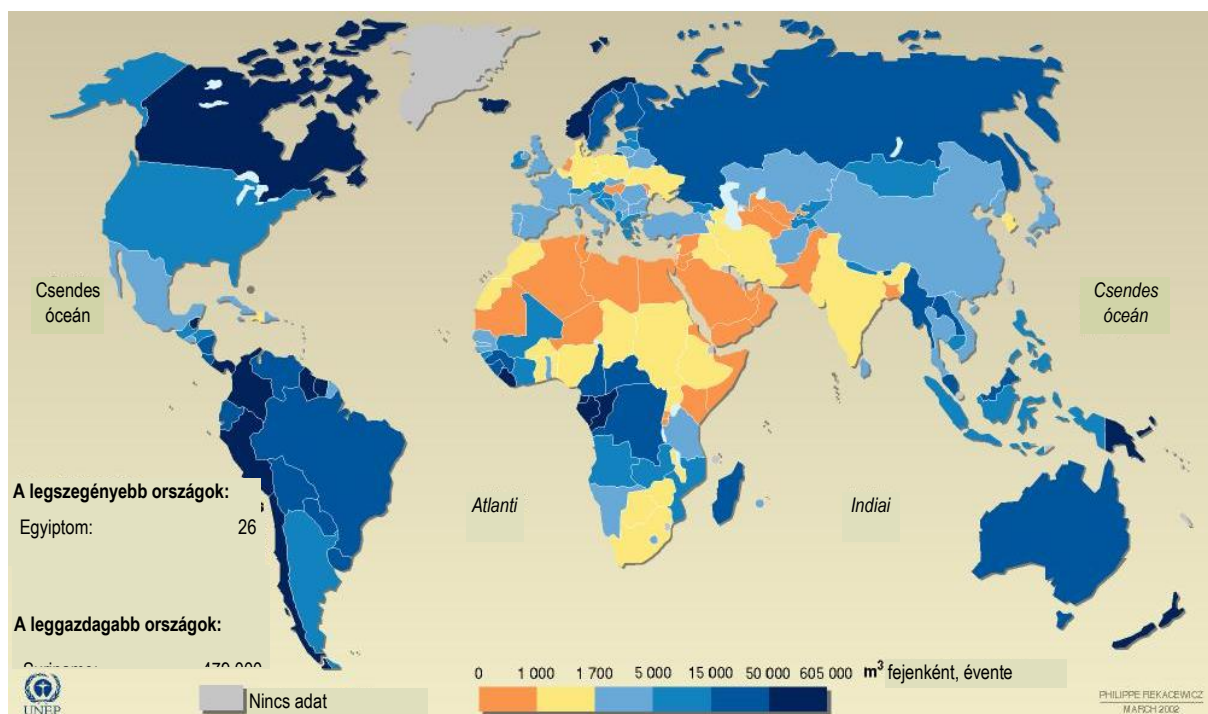


3. ábra: Felszíni vizek (forrás: <http://www.foek.hu/korkep/vizgazd/3-3-4-b-.html>)

A felhasználható édesvíz egy kis része felhők, köd, vízgőz formájában az atmoszférában van jelen. Másik, s egyben nagyobb része a felszín alatt (talajvíz) található illetve felszíni vízként tavak, folyók stb. alakjában fordul elő. Bár a Föld a víz bolygója, de a számunkra

<sup>3</sup><http://www.foek.hu/korkep/vizgazd/3-3-4-b-.html>

hasznosítható és elérhető édesvízkincs igencsak korlátos, és egyre nagyobb mértékben szennyeződik.



4. ábra: A rendelkezésre álló egy főre jutó megújuló édesvíz-mennyiség eloszlása (forrás: <http://maps.grida.no>)

Magyarország világviszonylatban nem áll rosszul, nem fenyeget bennünket pillanatnyilag vízhiány. Azonban hazánk vízkészleteinek 90%-a az országhatárokon túlról származik a Kárpát-medence vízgyűjtő szerepének és csekély kiterjedésének következtében. Tehát ha az utolsó csepp szennyvizünket is tisztítva juttatjuk vissza környezetünkbe, még akkor is „ki leszünk szolgáltatva” a környező országok vízgazdálkodásának. Hazánkban ivóvízellátási célokra különböző vízkészleteket ( talajvíz, rétegvíz, karsztvíz, felszíni víz ) használnak fel.

Az ország területére hulló csapadék 58 km<sup>3</sup>, a belépő vízfolyások vízszállítása 114 km<sup>3</sup>, az ország területén elpárolgó víz 52 km<sup>3</sup>, a kilépő vízfolyások vízszállítása 120 km<sup>3</sup>. Az elmúlt évek csapadékhiánya és a vízfolyások felső szakaszán létesült tározók következtében mind a belépő, mind a kilépő vízhozamok csökkenő tendenciák mutatnak.

### *Mire használjuk a vizet és mennyit?*

A víz nem csupán a szomjunk oltására szolgál. Az emberiség igényeinek kielégítése céljából történő vízfelhasználás háromnegyedéért a mezőgazdaság és állattenyésztés, egy hetedéért pedig az ipar a felelős.

<b>A felhasználás célja</b>	<b>Liter / nap / fő</b>
Mosogatás (mosogatógéppel)	8-20 (40)
Fürdés	75-200
Mosás	40-100
Főzés	1-3
Ivás	1-2
<b>Átlagosan fejenként</b>	<b>135</b>

*1. táblázat: Az ember vízfelhasználása (forrás: <http://www.ktm.hu/index.php>)*

Kifejezetten emberi használatra mindössze az édesvízkészlet közel tizede marad (ételkészítésre, az élelmiszerek előkészítésére, tisztálkodásra, mosogatásra, mosásra, a higiéniai eszközök pl. WC használatára).

Az ember vízszükségletén belül is kiemelkedő helyet foglal el az ételkészítésre, de különösen a szomjunk oltására szolgáló ivóvíz. Ivásra, főzésre mindössze 1-5 liter vizet használ el egy ember naponta.<sup>4</sup>

Az elmúlt évszázadban jelentősen nőtt az egy főre jutó vízfelhasználás, és sajnos a vízfogyasztásnak rendkívül pazarló és szennyező módjai terjedtek el. Főleg akkor szembetűnő a pazarlás, és reális a felhasznált vízmennyiség, ha az adott termék, szolgáltatás teljes életciklusára vonatkozóan számítjuk a vízfelhasználást.

### *Víz-lábnyom*

Az ember természetre gyakorolt hatását az úgynevezett ökológiai lábnyommal szokás mérni, mely azt mutatja meg, hogy az egyes földlakókra jutó természeti erőforrások hányadát vagy hányszorosát használják az egyes országok polgárai. Az Ökológia Lábnyom összetevői közül különösen az energialábnyomunk növekedése ijesztő. Utóbbi, negyven év alatt 700%-kal

<sup>4</sup> Padányi József-Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. Katonai Logisztika 2005. Budapest 195. o.



nőtt, ám a vízfelhasználás növekvő mutatói is nyugtalanítóak. 1960 óta ugyanis a vízfelhasználás megduplázódott a Földön.

A víz-lábnyom (water-footprint = WFP) voltaképpen, az egyes emberek által használt tárgyak előállításához és az általuk igénybevett szolgáltatásokhoz szükséges vízmennyiséget jelenti. A víz-lábnyom megmutatja a vízfogyasztás mértékét, mégpedig a fogyasztó vagy a termelő közvetlen és közvetett vízhasználatát is beleértve. Növényi termékeknél például az öntözést is bele kell számítani. húsnál az állat vízszükségletét, stb. Textileknél figyelembe kell venni a növény, vagy állat szükségleteit, majd a kikészítési, stb. folyamatokhoz elengedhetetlen víz mennyiségét.

Az egészen elképesztő pazarlásnak csak néhány döbbenetes példáját említeném, melyek az egészségügyi világszervezet, a WHO egy tanulmányában olvashatóak:

Egyetlen csésze kávé előállításához 140 liternyi vízre van szükség (ennek legnagyobb részét a kávécserje öntözésére kell fordítani), vagyis egyetlen csepp kávéhoz 1100 csepp víz kell; a Föld összes kávérajongójának ellátása évente 110 milliárd köbméter vizet igényel, ez másfélszerese a Rajna éves hozamának, s tizenötszöröse a Meuse folyóénak.

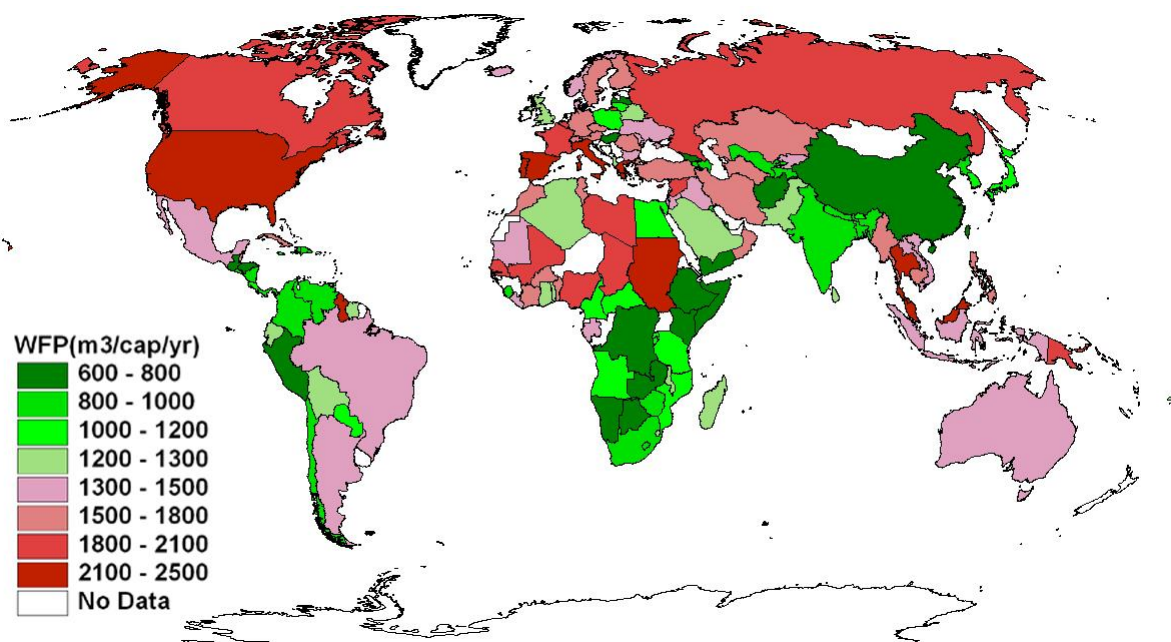
Hogy egy kilogramm marhahús a hűtőnkbe kerüljön, ahhoz 16 ezer liter vízre van szükség;

Egy közepes nagyságú családi autó elkészítéséhez 83 ezer liter víz kell;

Egy átlagos golfpálya öntözéséhez a mediterrán régióban 1 millió köbméter édesvíz szükséges, ami egy 12 ezer lakosú kisváros vízfogyasztásának felel meg.

A víz-lábnyom fogalma kiterjeszthető országokra, vagy akár épületekre is. Országok esetében a víz-lábnyom értéke azt a vízmennyiséget jelenti, amelyre az adott nemzetnek szüksége van, ipari termékei előállításához, illetve a szolgáltatásokhoz, melyeket polgárai igénybe vesznek.

A víz-lábnyom megmutatja, hogy az ország vízfelhasználása mennyire veszi igénybe a környezetet, illetve a különböző fogyasztási cikkek, élelmiszerek felhasználása mennyire terheli azokat a régióknak a vízkészleteit, ahol azokat előállítják, termelik. Ennek megfelelően egy nemzetnek van belső és külső víz-lábnyoma. A belső azt takarja, mennyi vizet vételez hazai forrásból, a külső pedig azt, hogy az általa importált termékek mögött milyen más országokat érintő vízfelhasználás rejlik, mennyire terhel más országokat.



5. ábra: A különböző országok lábnyoma (Piros az átlag feletti, zöld az átlag alatti 1 évi fogyasztás) (forrás: <http://www.waterfootprint.org>)

Míg egy ember átlagos vízfelhasználása  $1240 \text{ m}^3$  évente, addig Kínában az egy főre eső víz-lábnyom  $700 \text{ m}^3$  évente, míg az Egyesült Államokban ugyanez az érték  $2500 \text{ m}^3$ -re rúg.

A listán szereplő 150 országból fejenként évi  $619 \text{ m}^3$  vízfogyasztással Jemen áll az utolsó, legtakarékosabb helyen. Magyarország a 126. helyen található évi  $750 \text{ m}^3$ -rel. Szegénységünk miatt bizonyos értelemben takarékosak vagyunk: nálunk például jóval kevesebb úszómedence van magánháznál, mint a fejlett országokban, azonban nem terjedtek el eléggé hazánkban a takarékos vízhasználat technikai megoldásai, emberi szokásai.

Tanulságos, hogy míg Kína víz-lábnyoma  $700 \text{ m}^3$  évente, felhasználónként, Japáné  $1150 \text{ m}^3$ , ugyanakkor ennek a mennyiségnek Kínában csak 7, míg Japánban 65 százaléka származik idegen országból. Magyarországon is meglehetősen magas a külső vízfelhasználás.

A víz-lábnyom azért érdekes számunkra, mert az ember vízrendszerre gyakorolt hatása kapcsolódik a fogyasztáshoz. A vízhiány és a szennyezés is könnyebben érthető, felmérhető és megvitatható, ha a gyártás, az ellátás összefüggésében tekintjük.<sup>5</sup>

A vízproblémák gyakran szorosan összefüggnek a globális gazdasági struktúrával. Sok ország számottevő mértékben kiterjesztette a víz-lábnyomát, azzal, hogy olyan termékeket exportál máshonnan, amelyekhez sok vizet használtak fel. Ez nyomást gyakorol az exportáló területek vízkészletére, ahol ráadásul gyakran a bölcs vízkezelési és -megőrzési gyakorlat is

<sup>5</sup><http://www.waterfootprint.org>

hiányzik. Nemcsak a kormányok, de a fogyasztók, az üzleti és a civil társadalom is szerepet játszhat abban, hogy jobban gazdálkodjunk a vízzel, mint természeti kincssel.

### *Meddig elég az emberiségnek a víz?*

Az ember vízhez való jutását egyrészt a rendelkezésre álló vízkészlet, másrészt az emberiség létszáma és vízfelhasználási szokásai határozzák meg.

A vízkészlet nemhogy gyarapodna, hanem fogy, mégpedig egyre gyorsuló mértékben. Tetézi a gondot a globális felmelegedés. A száraz időszakokban elapadnak a felszíni vizek, a zivatarokkal hirtelen lezúduló sok víz pedig kihasználatlanul ömlik a tengerekbe. A vízhez való hozzájutás megnehezülése egyre több gondot fog okozni.<sup>6</sup>

Az édesvíz-készletet igénybe vevők száma világszerte ugrásszerűen nő. A jelenlegi 7 milliárd földi lakosból 2,5 milliárd már most sem jut elegendő vízhez és az ENSZ-becslések szerint 50 év múlva 40 százalékkal többen, mintegy 10 milliárdan élnek majd a Földön.

Az emberiség vízfelhasználási szokásai az elmúlt száz évben igen rossz irányba változott. A 100 évvel ezelőttihez képest egy ember közel 40-szer több vizet használ fel.

Az édesvíz-készletek eloszlása már most sem egyenletesen arányos az egyes földrészeken élők számával. Az amerikai földrészen a Föld lakosságának csak 14 százaléka él, viszont ott található (a nagy folyóknak és tavaknak köszönhetően) a földi édesvíz-készlet 40 százaléka. Európában és Ausztráliában megfelelő az arány, s még Afrika nagyobb részén is, bár ott a sivatagi övezetben kétségbeejtő a vízhiány. A legrosszabb a helyzet Ázsiában, éppen ott, ahol legrohamosabb a bolygónk lakosságának már ma is négy tizedét kitevő népesség szaporodása, de ahol a vízkészletnek csak 36 százaléka található.

A régiókon belül újabb problémák lépnek fel a metropolisok, sőt most már megapoliszok rohamos növekedése miatt is, amelyek eredetileg természetesen édesvizek mellett jöttek létre, s ahol a túlzott lélekszámhoz már nem elegendő a víz.

Az ENSZ szak-kutatói szerint a fenyegető vízhiány miatt az évszázad végére a víz valóban aranyat fog érni, és annak csak részben lesz a felmelegedés az oka. Sokkal súlyosabb bajokozó a növekedő népesség és a meggondolatlan, szükségtelen túlfogyasztás. Ezért erőltetett tempóban készítenek elő olyan nemzetközi beruházásokat (és igyekeznek megteremteni azok pénzügyi hátterét is), amelyek a megfontolt édesvíz-hasznosítást segítik elő. Napjaink

---

<sup>6</sup> Rajmund KUTI - László FÖLDI: Extreme weather phenomena, improvement of preparedness, Hadmérnök on-line, VII. Évfolyam 3. szám, 60-65. o. 2012. szeptember. ISSN 1788 1919. URL cím: [http://hadmernok.hu/2012\\_3\\_kuti\\_foldi.pdf](http://hadmernok.hu/2012_3_kuti_foldi.pdf)

elsőrendű fontosságú kihívása, hogy megtaláljuk a fenntartható fogyasztási és termelési mintákhoz vezető utat.

### *A fenntartható fejlődés szükségessége és lehetőségei*

Sokat kell tennünk, de sokat is tehetünk a helyzet javulásáért. A vízzel való takarékoság nemcsak arról szól, hogy mit iszunk vagy mivel mosunk. A lakossági vízellátás mellett az ipar, a mezőgazdaság és a turizmus is jelentős vízfogyasztó. De a fogyasztás legnagyobb – az 50 százalékot egyre inkább megközelítő – részét energiatermelésre fordítjuk. Az EU-ban a következő arányok érvényesülnek: 44% az energiatermelésre; 24% a mezőgazdaságra; 17% a lakossági vízellátásra; 15% az iparra esik.

Az EU víztakarékossági potenciáljáról szóló új kutatás azt mutatja, hogy az Európában felhasznált víz mennyiségét akár 40 százalékkal is csökkenteni lehetne, ha az ipari és gyártási ágazatban új víztakarékossági technológiákat, illetve jobb öntözési módszereket alkalmaznánk, valamint ha nem pazarolnánk otthon a vizet. A jelentés becslése szerint a személyes vízfelhasználás közel 50 százalékkal csökkenthető lenne, átlagosan napi 150 literről 80 literre.

A személyes vízfogyasztás visszaszorításához mindenekelőtt arra kell törekedni, hogy a ára legyen a víznek. Ez már eleve takarékos vízfelhasználásra ösztönzi a fogyasztókat. Ugyanakkor, nem utolsó sorban az ifjú nemzedék szemléletformálásában igen nagy szerepe van a felvilágosításnak, a víztakarékos szemléletmód kialakításának, az ezt szolgáló módszerek, szokások elterjesztésének. Víztakarékos módszerek (az energiatakarékos módszerek víztakarékosak is), fürdés-szappanozás közben elzárjuk a vizet, mosogatás és mosás víztakarékos gépekkel módszerrel, kocsis mosás vödörből, csöpögő csapot nem tűrünk el. Ezzel 20% takarítható meg.

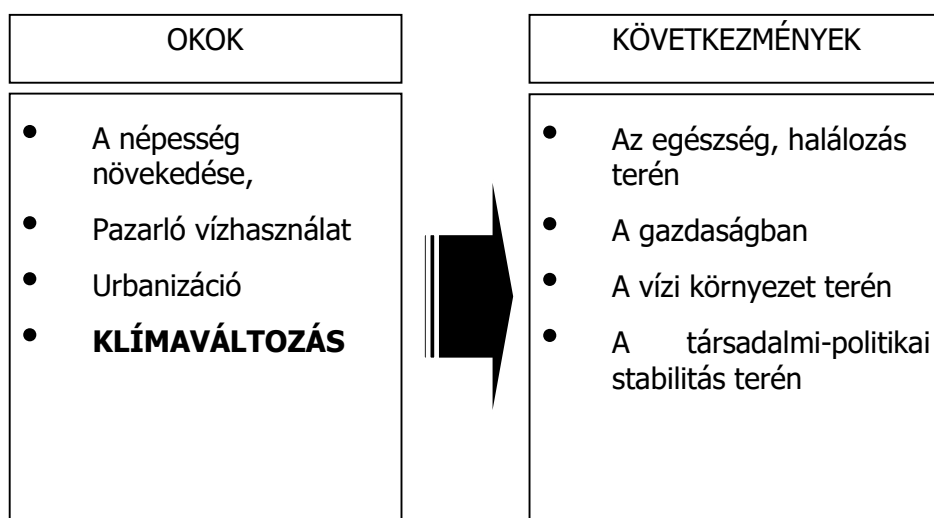
A modern eszközök sok lehetőséget kínálnak a vízzel való takarékosagra, de a fogyasztókon múlik, hogy képesek legyenek ezeket használni, ezért sürgősen szükség van a tájékoztatás és az átláthatóság javítására. Egy négytagú család Németországban csupán 180 liter vizet használ naponta. „Összegyűjtjük az esővizet, és azt használjuk vécéöblítésre, a kert öntözésére és ruhák mosására. És ezzel pénzt is megtakarítunk.”

Meg kell tanulnunk „életciklusban” gondolkodni az általunk vásárolt árukkal kapcsolatban. Ez azt jelenti, hogy tisztában vagyunk azzal, mekkora mennyiségű vizet használnak fel azok gyártása, felhasználása és hulladékként való kezelése során. Környezetbarát tervezésre vonatkozó jogszabályokat a tervek szerint kiterjesztik olyan vízellátással kapcsolatos eszközökre is, mint például a csapok és zuhanyfejek, és ezáltal jobban

ösztönzik a gyártókat arra, hogy új módszereket fejlesszenek ki a víz és az energia takarékos felhasználása céljából.

#### *A globális éghajlatváltozás egyes következményei*

A globális éghajlatváltozás hatásai, következményei a vízkészletekre, a vízgazdálkodásra, egyáltalán a víz mennyiségi eloszlásának megváltozására a Földön ma még nehezen feltérképezhető, többszörösen összetett probléma. A csapadékviszonyok megváltozása sok területen vízhiányt fog okozni, erősíti a szárazodást és az elsivatagosodást. Egyidejűleg a boreális területek összezsugorodása, a hó- és jégtakarók olvadása szintén csökkenti az édesvíz-készletet, hiszen végeredményképpen ezek kivétel nélkül az óceánok (sós víz) vizével fognak elkeveredni. Ez a folyamat viszont várhatóan óceáni vízszint-emelkedést fog okozni, aminek üteméről és mértékéről ma még jelentősen eltérő előrejelzések vannak, de a jelenség mindenképpen meghatározó lesz egyes sűrűn lakott és mezőgazdaságilag kiemelten fontos övezetre.



6. ábra: A vízhiány főbb okai és következményei

Az elmúlt évek mérési eredményei alapján az éghajlat változásában, ezen belül is főleg a hőmérséklet esetében az anomáliaértékek területi eloszlása sokkal szélsőségesebb, mint eddig hitték. A sarkvidékek térségében mind a mért értékek alapján, mind pedig a modelleredmények szerint sokkal nagyobb mértékű a felmelegedés (a sarkvidékek körzetében esetlegesen 10 °C-t is meghaladó mértékű). Évek óta megfigyelt jelenségről van szó, csak eddig a modellek

pontatlanságára gyanakodtak, illetve még nem állt rendelkezésre elegendő hosszúságú mérési adatsor a vizsgálatokhoz. Ha ez egy hosszan fennálló folyamat lesz, úgy komoly következményekkel járhat: a gyors melegedés minden eddigi elképzelést felülmúló olvadást eredményezhet a sarki jégsapkákon, és félgömbünkön az északról dél felé tartó nagyobb vízmennyiség befolyásolhatja, eltérítheti a tengeráramlásokat, amit a teljes cirkulációs rendszerre hatást gyakorolhat. Komoly veszély fenyegeti Európa, valamint az egész Föld tengerpart melletti mélyföldjeit és szigetvilágát (Hollandia, Velence, Banglades, az alacsonyan fekvő csendes-óceáni szigetcsoportok).

### *Tengerszint emelkedés*

Ahogy a Föld melegszik, a tengervíz hőtágulása, valamint az elolvadó jég várhatóan emeli a tengerszintet. Az IPCC (Az ENSZ klímaváltozással foglalkozó nemzetközi panelje) 1990-ben úgy becsülte, hogy az emelkedés körülbelül 20 cm-nyi lesz 2030-ra és 65 cm 2100-ra. Ahogy az egész Földre kiterjedő felmelegedésre vonatkozó becslések, úgy ezeknek az adatok is bizonytalanok. Ma úgy látjuk, hogy a 25 évvel ezelőtti becslések erősen túloztak, de 50-100 év vonatkozásában pontosabb „jóslatot” senki nem mer mondani.

Az bizonyos, hogy 1 méteres emelkedés (az IPCC „maximum” becslése) ötmillió négyzetkilométernyi területet árasztana el a világ mélyföldjeiből, elpusztítva az összes termőföld harmadát és ötvenmillió környezeti menekültet hagyva maga után. Ez magába foglalná Banglades egy negyedének, termőföldje egy hetedének elárasztását és a népessége 15-35%-nak kitelepítését. Egy egyméteres emelkedés elárasztaná Egyiptom termőföldjének 12-15%-át; tulajdonképpen a sűrűn lakott Nílus-delta nagy része víz alá kerülne még akkor is, ha a tengerek csak 50 centimétert emelkednének. Európában Hollandia kerülne igen nehéz helyzetbe.

A vízszint emelkedése több nagyvárost veszélyeztet, többek között Oslót, Stockholmot, Hamburgot, Londont, Lisszabont, Athént, Bombay-t, Melbourn-t, San Franciscót, New Yorkot, Los Angeleszt.<sup>7</sup> A jelenség már ma is komoly biztonsági kockázatot jelent, melyre jó példa az Egyesült Államok Diego Garcia szigetén lévő katonai bázisának helyzete, amelyet már csekély vízszintemelkedés is veszélyeztet.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Halász, Földi: Környezetvédelem II, ZMNE, 2007.

<sup>8</sup> Padányi József: Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására. 15. o. In: Padányi József, Kohut László, Koller József, Lévy Gábor: Az éghajlatváltozás hatása és a katonai erő. Stratégiai Védelmi Kutatóintézet Budapest, 2010.

### *Csapadékviszonyok*

A felmelegedés általános csapadéknövekedést fog okozni, tükrözve az óceánok megnövekedett párolgását. Megnövekedett csapadék leginkább, mint megnövekedett csapadék-intenzitás (eső/esős nap) fog jelentkezni.

A megemelkedett hőmérséklet következményeként a jelenleg mérsékelt és hideg zónákban a teljes csapadék-kiválás nagyobb lenne esőként, mint hóként, ezzel gyorsabb lefolyást és kisebb természetes felhalmozódást eredményezve a nyári hónapokra. Mivel a légkör és a felszín visszacsatolási folyamatai révén a hőmérséklet emelkedése a szárazföldek fölött gyorsabb lesz, mint az óceánok fölött, így az átlagosnál erősebb felmelegedésre lehet számítani - a nyári csapadékhozam és a talajnedvesség csökkenése kíséretében - Európa déli részén és Észak-Amerika középső területein. Észak-Amerika középső részén például, az IPCC szerint, egy bekövetkező 3 °C körüli hőmérséklet-emelkedéssel a csapadék télen akár 20%-kal is nőhet, de 5-10%-kal csökkenhet nyáron, amely 10-15%-kal csökkentheti a talajnedvességet a növekedés időszakának nagy részében.

Elégtelen talajnedvesség (amely a csapadék-egyensúlyt, lefolyást és párolgást tükrözi) sok országban az egyik fő éghajlati korlátja a mezőgazdaságnak, különösen a fejlődő országokban.

Az eső által táplált mezőgazdaság kiterjedése már most is nagyon korlátozott bizonyos vidékeken, különösen Délnyugat-Ázsiában és bármely további, éghajlatból adódó korlát komoly élelmiszerhiányt hozhat létre.

### *Mezőgazdasági termelékenység*

Minden emberi civilizáció tudta, hogy az éghajlat alapvető fontosságú az élelemtermelésben. Az éghajlat-változás a mezőgazdaságot mind a hosszú távú ökológiai rendszerekben történő változásokkal befolyásolja, mind pedig a szélsőséges események vadságával és megnövekedett előfordulási gyakoriságával: hőhullámok, szárazságok, áradások, ciklonok, növény-járványok kitörése.

Az éghajlati övek gyors átrendeződése megváltoztatja majd az ökoszisztémák összetételét is: egyes fajokat előnyösen érint a változás, míg mások képtelenek lesznek a gyors alkalmazkodásra vagy az elvándorlásra és a kihalás sorsára jutnak. Bizonyos erdőfajták (luc- és erdeifenyő) olyan földrajzi övezetben helyezkednek el, amelyeket túlnyomórészt a

hőmérséklet határoz meg. A mezőgazdaságot és a vízgazdálkodást a melegedéssel szárazabbá váló területeken hozza majd hátrányos helyzetbe a várható változás.<sup>9</sup>

A bolygóra kiterjedő felmelegedés megváltoztatja a helyi hőmérsékletet és csapadék mennyiséget, kettőt a mezőgazdaság lényegesebb korlátai közül. Az éghajlat-változás persze növelheti is a termékenységet, például, Észak-Amerika, Európa és Ázsia északi területein. Az ilyen nyereségek azonban nem nyújthatnak kárpótlást a valószínűleg közepes és kis szélességi fokokon bekövetkező jelentős veszteségekért.

Azokon a területeken, ahol az esőzések nem korlátozó tényezőként jelentkeznek, ott a hőmérsékletnövekedés bizonyos gabonák termesztését lehetővé teszi a Déli-sark felé haladva a nagyobb tengerszint feletti magasságon. Más gabonafajták viszont szenvednek a szélsőséges meleg sokktól és a kerti növények nem fogják túlélni a meleget a téli lehűlés nélkül. A jelenlegi fekvésben ellenben meghosszabbodik a tenyészidő.

A szakértők szerint az élelmiszer-igényeknek a megfelelő szinten tartása csak rendkívüli anyagi áldozatokkal valósítható majd meg.

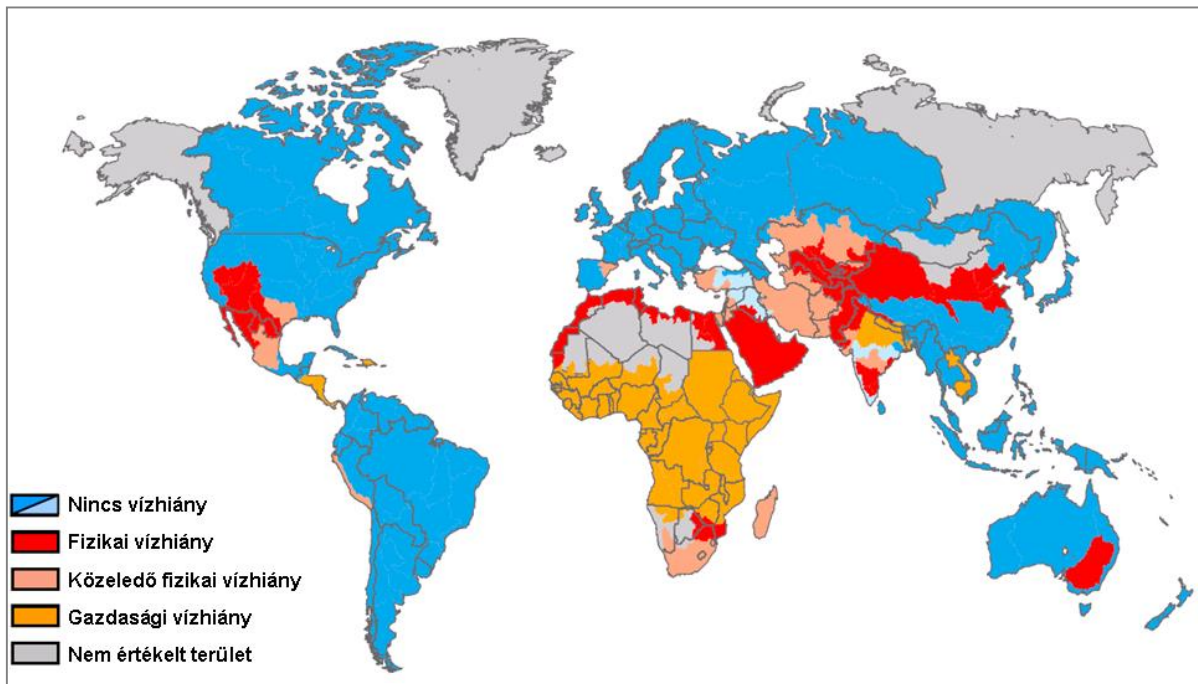
Az éghajlat-változásnak más hatásai is lehetnek a mezőgazdaságra. Lehetővé teszi, hogy újfajta élősködők is megjelenjenek. Melegebb és párásabb feltételek fokozzák a baktériumok és penészgombák növekedését a tárolt élelmiszereken, növelik a romlékonyságot és különleges egészségügyi veszélyt.

---

<sup>9</sup> Hankó Márta, Dr. Földi László: „Divatos” gondolatok a klímaváltozásról (Fashionable ideas about climate change), Hadmérnök on-line, III. Évfolyam 1. szám 20-26. o., 2008. március. ISSN 1788 1919. URL cím: [http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008\\_1\\_hanko.pdf](http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008_1_hanko.pdf)



### *A vízhiány által generált konfliktusok*



7. ábra: A vízhiány területi eloszlása Földön (forrás: <http://www.iwmi.cgiar.org>)

Kritikus történelmi korszak küszöbén állunk. Az erőforrások – a kőolajtól és az ivóvíztől az uránércig és a szemes terményekig – apadnak, ezért az energiafüggő országok egymással versengve keresik majd az éhségüket csillapítani képes országok kegyeit, amíg a hiány pótlására a technika fenntarthatóbb megoldást nem kínál. Pár évtizeden belül a víz és az élelem is elsőrendű konfliktusforrás lesz, akár csak ma az olaj.

A víz, pontosabban a vízhiány a népességnövekedés és az urbanizáció miatt a jövőben súlyos probléma lesz. A vízlopás a XXI. század egyik meghatározó bűncselekménye lesz. Ha a vízválság folytatódik, 2025-ben a világ népességének fele vízhiányos térségek lakója lesz, és egyes országok – például Ausztrália – nagyon nehéz helyzetbe kerülnek.

Az embereknek a vízhez való viszonyában, egyes térségekben földrengésszerű változások várhatók, és a politikai küzdőtér szélkakasai nem fognak lemaradni a változások mögött. A folyók és tavak szennyezése központi téma lesz, akár csak a gátépítés, a csővezeték-hálózatok és vízműtársaságok tulajdonjoga. Reflektorfénybe kerül majd az a kérdés is, hogy mennyi vizet használnak fel az egyes iparágak az élelmiszeripartól a divatcikkek gyártásáig, a tudomány pedig aszálytűző növényfajták létrehozását kapja feladatul.

Végül érdemes említést tenni a víz és a gazdasági teljesítmény összefüggéséről. Elképzelhető, hogy a víz lesz például Kína Achilles-sarka. Napjainkban Kína 600 legnagyobb

városa közül 400 vízhiánnyal küszködik, és az egész ország egy főre vonatkoztatott vízkészlete átlag alatti. Egyiken is, másikon is elakadhatnak az ország fejlődési modelljének fogaskerekei.

### *Összegzés*

Az édesvíz és a belőle származó tiszta, egészséges ivóvíz olyan kincs, amit a világon nem mindenki birtokolhat. Akinek bőven van belőle, az észre sem veszi a fontosságát, akinek nincs, az szenved a hiányától. Akkor vesszük észre, hogy mennyire fontos ez, amikor nem jutunk vízhez. A lakosság, az ipar és a mezőgazdaság számára szükséges, megfelelő minőségű készletek biztosítása egyre nehezebb feladat. A rendelkezésre álló vízkészletek minősége folyamatosan romlik világszerte.

A 21. században világméretű vizeztikára lesz szükség, mert ha időben nem lépünk, kevés lesz a fogyasztásra alkalmas ivóvíz, és ez gazdasági, társadalmi feszültségekhez vezethet. És mivel egy lételemről van szó, ölni fog érte, akinek nem jut!

### *Felhasznált irodalom:*

1. Dr. Halász László, Dr. Földi László: Környezetvédelem II, ZMNE Elektronikus egyetemi jegyzet, 2007. URL cím: <https://olibox.zmne.hu/cgi-olibox91/w207.bat?session=457078106&infile=&sobj=5766&cgimime=text/html>
2. [http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/news/news16\\_hu.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/news/news16_hu.htm) (letöltés: 2015. szeptember 18.)
3. Padányi József-Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. Katonai Logisztika 2005. Budapest
4. <http://viztakarekossag.hu/cikk/32/neked-mekkora-a-vizlabnyomod.html> (letöltés: 2015. szeptember 16.)
5. <http://www.foek.hu/korkep/vizgazd/3-3-4-b-.html> (letöltés: 2015. szeptember 25.)
6. Padányi József: Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására. 15. o. In: Padányi József, Kohut László, Koller József, Lévay Gábor: Az éghajlatváltozás hatása és a katonai erő. Stratégiai Védelmi Kutatóintézet Budapest, 2010.
7. [http://www.grida.no/graphicslib/detail/access-to-safe-drinking-water\\_de64](http://www.grida.no/graphicslib/detail/access-to-safe-drinking-water_de64) (letöltés: 2015. szeptember 16.)
8. <http://www.iwmi.cgiar.org/publications/iwmi-research-reports> (letöltés: 2015. szeptember 22.)
9. <http://www.waterfootprint.org> (letöltés: 2015. szeptember 15.)

10. HVG: Jövő-dossier - A jövő háborúit a vízért folytatjuk majd?  
[http://hvg.hu/Tudomany/20080423\\_jovo\\_dosszie\\_viz.aspx](http://hvg.hu/Tudomany/20080423_jovo_dosszie_viz.aspx). (letöltés: 2015. szeptember 23.)
11. Környezetvédelmi Minisztérium, <http://www.ktm.hu/index.php> (letöltés: 2015. szeptember 17.)
12. Földi L., Halász L.: Környezetbiztonság, Complex Kiadó (Kiskönyvtár a biztonságról, ISSN 2060-8047; 4.), 2009 Budapest, oldalszám: 419, ISBN: 978-963-295-020-4
13. Rajmund Kuti - László Földi: Extreme weather phenomena, improvement of preparedness, Hadmérnök on-line, VII. Évfolyam 3. szám, 60-65. o. 2012. szeptember. ISSN 1788 1919. URL cím: [http://hadmernok.hu/2012\\_3\\_kuti\\_foldi.pdf](http://hadmernok.hu/2012_3_kuti_foldi.pdf)
14. Hankó Márta, Dr. Földi László: „Divatos” gondolatok a klímaváltozásról (Fashionable ideas about climate change), Hadmérnök on-line, III. Évfolyam 1. szám 20-26. o., 2008. március. ISSN 1788 1919. URL cím:  
[http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008\\_1\\_hanko.pdf](http://www.hadmernok.hu/archivum/2008/1/2008_1_hanko.pdf)

## ***Padányi József: Egyre kevesebb ivóvíz, egyre több katonai konfliktus<sup>1</sup>***

### *Bevezetés<sup>2</sup>*

A Víz Világnapja alkalmából kiadott „World Water Development Report 2015” című ENSZ jelentés szerint, ha nem történnek hatékony reformok a fenntartható vízgazdálkodás irányába, a világ legtöbb régiójában már most átléptük azt a határt, amikor a természetes körforgás még képes pótolni az emberek által elhasznált, vagy beszennyezett édesvizet.

A legnagyobb problémát a lakosság gyarapodása jelenti: az előrejelzések szerint a jelenlegi 7,3 milliárdos népesség 2050-re 9,6 milliárdra nő, a népszaporulat ráadásul azokban a régiókban nő robbanásszerűen, amelyekben már most is gondot jelent az ivóvíz. Ezek Afrika sivatagi területei, a Közel-Kelet, illetve Dél- és Latin-Amerika nagyvárosi körzetei, benne Mexikóváros, Sao Paulo és Rio de Janeiro. A két brazil nagyváros egyes részeiben már most korlátozzák a fogyasztást, hogy elkerüljék a rendszer teljes összeomlását.<sup>3</sup> A még fennmaradó ivóvízkészleteket pedig ipari szennyezés és a mezőgazdaságból származó műtrágyák szennyezése fenyegeti.

Közismert az a műhold felvétel, amelyen a kiszáradó Aral-tó folyamatosan csökkenő vízfelülete látszik, de hasonló a sorsa Afrikában a Csád-tónak is: 25 ezer négyzetkilométerről 2000-re zsugorodott 30 év alatt, miközben 70 millió embert szolgál ki vízzel. A Greenpeace jelentése szerint az elmúlt 20 évben Kínában háromezer kisebb-nagyobb tó száradt ki és tűnt teljesen csak a Sárga-folyó vízgyűjtő területén. A Gangesz, a Nílus, a Jangce több száz kilométeres szakaszokon biológiailag halott. Egyes előrejelzések szerint a következő harminc évben a világ legnagyobb folyói átlagosan 25-30%-os vízhozam-csökkenésen fognak átesni, és ennek a tragikus következményei lesznek, többek között az, hogy a vízierőművek áramtermelése jelentősen csökken.<sup>4</sup>

A Világbank 2010-es jelentése, valamint a Journal of Peace Research tanulmányában a folyók jelenlegi és 2050-ben várható vízhozamának változásait modellezték, hogy bemutassák a klímaváltozás hatásait. E szerint a világ 276 folyóvölgyéből 24-nél már megfigyelhető a vízhozam csökkenése. Ez döntően Észak-Afrikát és a Szahara-környéki országokat, azaz 332

---

<sup>1</sup> „A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> A tanulmány rövidített és átdolgozott változata megjelenés előtt áll a Hadtudomány on-line változatában.

<sup>3</sup> <http://www.piacessprofit.hu/klimablog/bunozok-huznak-hasznat-a-vizhianybol/>

<sup>4</sup> The Himalayan Challenge. Water Security in Emerging Asia. 2010.

[http://www.strategicforesight.com/publication\\_pdf/85801himalayan-challenge.pdf](http://www.strategicforesight.com/publication_pdf/85801himalayan-challenge.pdf)

millió embert érint. Mivel a víztartalékokkal való gazdálkodásra nincs egyezmény, egy esetlegesen kitörő konfliktus kezelésére sincs kidolgozott terv.<sup>5</sup>

Mindeközben elképesztő pazarlás folyik. A legnagyobb fogyasztó az ipar és a mezőgazdaság, amelyek a teljes vízhasználat 70%-át jelentik. Az Egyesült Államok nyugati államaiban, Nevadában (Las Vegas) és Kalifornia államban (Los Angeles) annak ellenére nem történtek komoly intézkedések, hogy a vízkészletek 20 éve csökkennek, és az elkövetkező években komoly ellátási problémákkal kell szembenézni. Ám még mindig ivóvizet használnak az autómosáshoz, öntözéshez. Az ENSZ jelentése szerint a legfontosabb lépést a vízhasználati díjak drasztikus emelése jelentené, hogy a gazdagabb háztartások, az ipar és a mezőgazdaság pazarlását visszafogják.<sup>6</sup> Ismert az a példa is, hogy egy szelet kenyér előállításához 40, egy hamburgeréhez viszont 2400 liter vízre van szükség. Mindeközben egyre nő a hamburgert fogyasztók száma.

Az ivóvízért folytatott a harcban a katonai erő meghatározó szerepet kap, így néhány példán keresztül érdemes megvilágítani a haderő lehetőségeit.

#### *Vízhelyzet a Krím félszigeten*

Oroszország 2014. március 18-án annektálta a Krímet. A függetlenségi népszavazás után, március 18-án írták alá a Kremlben a megállapodást arról, hogy a Krími Köztársaság és a félszigeten különleges státust élvező Szevasztopol Oroszországhoz csatlakozik.

A természetes édesvízforrásokban szűkölködő Krím vízellátásának problémája rögtön a félsziget annektálása után felvetődött. Dmitrij Medvegyev orosz miniszterelnök nemrégiben elismerte, hogy ez az egyik legsúlyosabb probléma az Ukrajnától elcsatolt félszigeten, mivel vízellátása „külső forrástól”, az Észak-krími-csatornától függ. A másik gond az, hogy a vízvezetékrendszer nagyon elavult, az ivóvíz mintegy fele kárba vész.

Ukrajna 2014. április 26-án elzárta a Krími félszigetet édesvízzel ellátó Észak-krími-csatornát. A csatorna a Dnyeper folyó főágát köti össze a Krímmel, és a félsziget édesvízellátásának 85%-át biztosítja. A 402,6 kilométer hosszú Észak-krími-csatornát 1961-71 között építették, a Kahovkai-víztárolónál kezdődik, és a félsziget keleti csücskén fekvő Kercs városánál ér véget. A csatorna másodpercenként háromszáz köbméter víz szállítására képes. Ez a mennyiség van hivatva ivóvízzel ellátni a félsziget lakosságát, de ez biztosítja mintegy negyedmillió hektárnyi mezőgazdasági terület napi öntözését is.

---

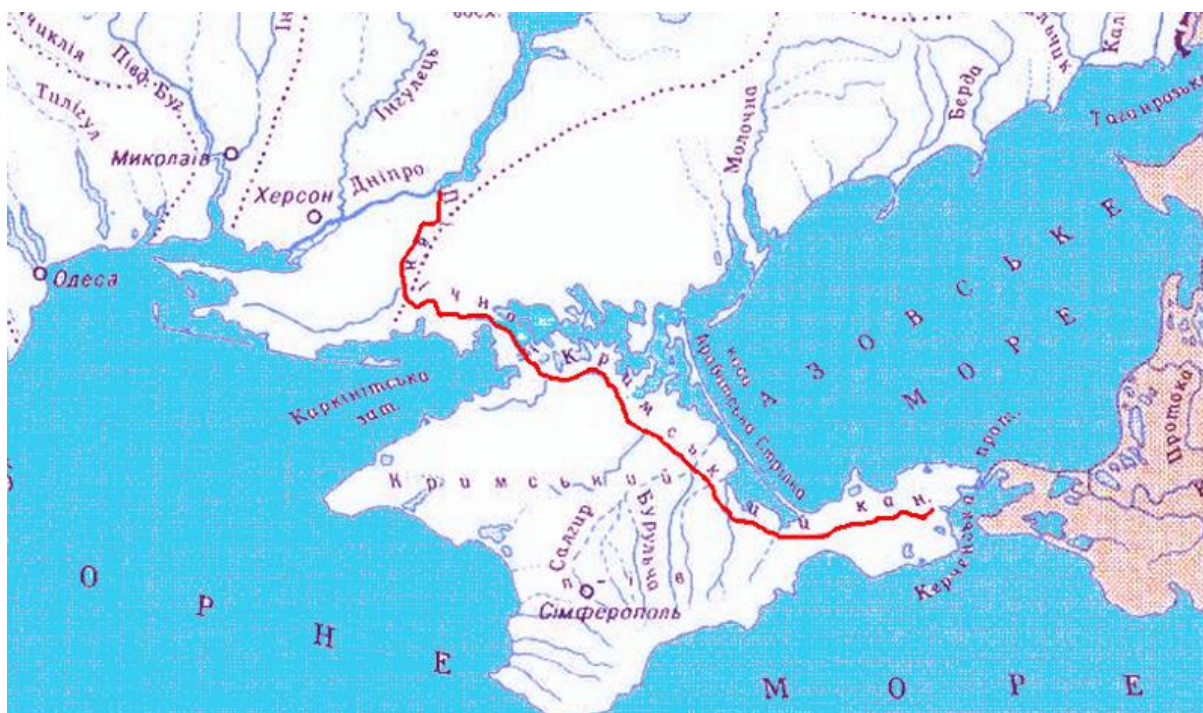
<sup>5</sup> [http://figyelo.hu/cikk\\_print.php?cid=378252\\_kozeleg\\_a\\_vizhaboru](http://figyelo.hu/cikk_print.php?cid=378252_kozeleg_a_vizhaboru)

<sup>6</sup> [http://www.piacessprofit.hu/klimablog/fenntarthato\\_fejlodes/meg-sosem-volt-ilyen-szomjas-a-bolygo/](http://www.piacessprofit.hu/klimablog/fenntarthato_fejlodes/meg-sosem-volt-ilyen-szomjas-a-bolygo/)

Az ukrán gazdák kutakat fúrnak, és csővezetékeket fektetnek. A helyi gazdák alternatív megoldásokkal igyekeznek reagálni a problémára: kutakat fúrnak és csővezetékeket fektetnek a félsziget vízben gazdagabb területeitől a szegényebbek irányába. A gazdák korábban a Dnyeper folyótól érkező csatornából öntöztek, ám Ukrajna csökkentette a Krímbe érkező vízmennyiséget, így a korábbiakhoz képest lényegesen kevesebb víz érkezik a félszigetre (a gazdák ugyanakkor kevésbé vízigényes növényeket ültettek már idén, előre gondolkodva és menekülve).

Medvegyev azt ígérte, hogy a kormány megvizsgál minden lehetőséget a probléma orvoslására. Lehetőségként felvetette, hogy csővezetéket fektetnének le a félszigettől keletre, a Kercsi-szoroson túl fekvő Kubanból, vagy víztároló épülne az ugyancsak a Kercsi-szoros túlsópartján fekvő Taman-félszigeten. Medvegyev szerint kútforrással vagy tengervíz sótalánításával is meg lehetne oldani a Krím vízellátását.

Vlagyimir Kasin akadémikus, az orosz дума természeti erőforrások és környezetvédelmi bizottságának a vezetője azonban úgy vélekedett, hogy a krími vízellátást nem lehet megoldani a Don vagy a Kubán folyó vizének átcsapolásával. Felhívta arra is a figyelmet, hogy a Kaukázus és a Krasznodari terület maga is vízhiányban szenved, és az ottani forrásokból legfeljebb Kercs városát – 157 000 ember – lehetne ellátni édesvízzel.[4]



1. ábra: Az Észak-krími csatorna (forrás: <http://en.wikipedia.org>)

Érdekesség, hogy 2014. március végén Vaszilij Sztasuk, az ukrán Vízügyi Állami Ügynökség vezetője a Korrespondent hírportált úgy tájékoztatta, hogy egyáltalán nincs napirenden a víz utánpótlásának elzárása az oroszok által megszállt Krím félsziget irányába. Ez ugyanis közvetlen katasztrófához vezetne, mivel a közel 2,5 millió lakosú szakadár – s akkor még csak autonóm – köztársaság hajókkal történő vízellátása még a hatalmas Oroszországi Föderáció számára is kivitelezhetetlen feladat volna.<sup>7</sup>

A fent részletezett probléma megoldására az Orosz Föderáció Fegyveres Erőinek műszaki alegysége hozzákezdett egy vízvezeték építésének, ezzel segítve a félsziget vízellátását. A hadsereg egyik műszaki zászlóaljának katonái végezték a nyolc csővezeték építését, mintegy 8 000 csőelem fektetésével, összekötve az artézi kutakat a víz átvezetésére szolgáló csatornával. A teljes projekt 48 csővezeték lefektetését célozta meg, így biztosítva a napi 500 000 m<sup>3</sup> víz folyamatos szállítását. A munkálatokon 500 ember és 200 műszaki gép dolgozott.<sup>8</sup>

#### *Küzdelem az ivóvízért a Közel-Keleten*

Óriási sivatagos területen néhány nagy folyó vízgyűjtői adják az ivóvízkészletet egy sor országnak, amelyeknek a népessége robbanásszerűen nő. Ezt a helyzetet nehezíti az éghajlatváltozás okozta felmelegedés, az elszegényedő falusi lakosság beáramlása a városokba, a közszolgáltatások alacsony színvonala, és a háborús konfliktus máris kódolva van.

A gazdagabb közel-kelti országok úgy próbálnak a helyzeten úrrá lenni, hogy a vízigényesebb élelmiszereket nem termelik, hanem importálják, olajért cserébe. Jemenben, ahol ez a lehetőség korlátozott, már most is katasztrofális a helyzet. Az egy személyre eső vízfogyasztás már most alig 200 köbméter évenként (a WHO 1000 köbméterben határozza meg azt a szintet, ami alatt már vízhiányban él valaki), és a helyzet folyamatosan romlik. Szanaa, a főváros 5-6 éven belül teljesen ki fog száradni. Szaúd-Arábia olajban gazdag, de a vízfogyasztás meghatszorozódott 25 év alatt, és a következő 20 évben megint meg fog duplázódni. Abu-Dzabi kútjaiban még 40 évnyi víz van, Líbia 20 milliárd dollárt költött sivatagi, extrém mély kutak fúrására, de senki nem tudja, meddig fognak kitartani.<sup>9</sup>

A biztonsági szakértők egyetértenek abban, hogy az iraki és szíriai katonai konfliktusban a vízforrások feletti ellenőrzés megszerzése és megtartása a siker meghatározó tényezője. A vízben szegény területeken a folyók, csatornák, kutak, források és vízügyi

---

<sup>7</sup><http://www.karpataljalap.net/?q=2014/03/20/krimi-valsag-ukrajna-adu-asza-az-edesviz>

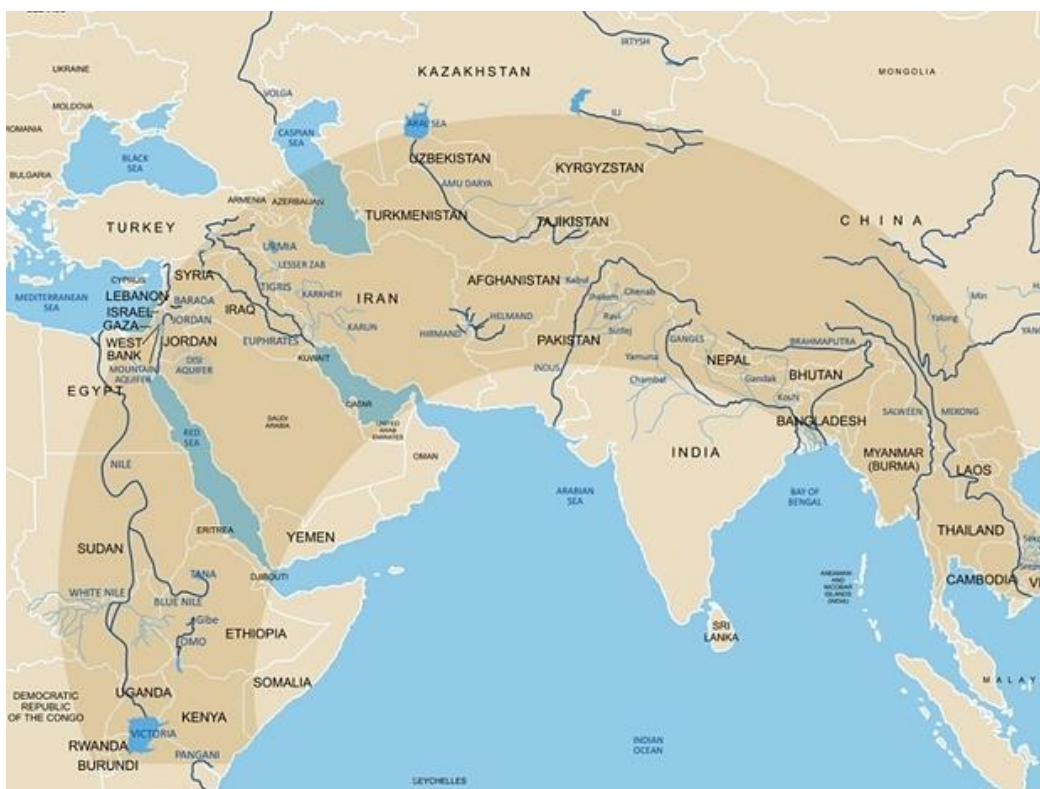
<sup>8</sup><http://rt.com/news/246725-crimea-water-pipeline-project/>

<sup>9</sup> John Vidal: What does the Arab world do when its water runs out? 2011. 2. 20.

<http://www.theguardian.com/environment/2011/feb/20/arab-nations-water-running-out>



létesítmények elsődleges katonai célok minden hadviselő számára. Az ivóvíz stratégiai eszköz, amelynek birtoklása elengedhetetlen ahhoz, hogy tartós sikereket érjenek el a katonai műveletek során. „A következő közel-keleti háború a víz miatt fog kitörni, nem a politika miatt”, mondta Butrosz-Gáli ENSZ-főtitkár 1985-ben. A vízháborúk már megkezdődtek: Szíria, Irak, a szunniták, az Iszlám Állam – a szakértők véleménye szerint a vallásos színtalár mögött valójában a Tigris és Eufrátesz vízkincseiért zajlik a küzdelem. A víz nélkül a sivatagos területen nincs élet. De hosszú távon a legnagyobb probléma az, hogy a kutatók számításai szerint – az éghajlatváltozás miatt – a civilizáció bölcsőjének, a Termékeny Félholdnak legfeljebb egy évszázada lehet hátra a teljes kiszáradásig.<sup>10</sup>



2. ábra: A termékeny félhold elhelyezkedése

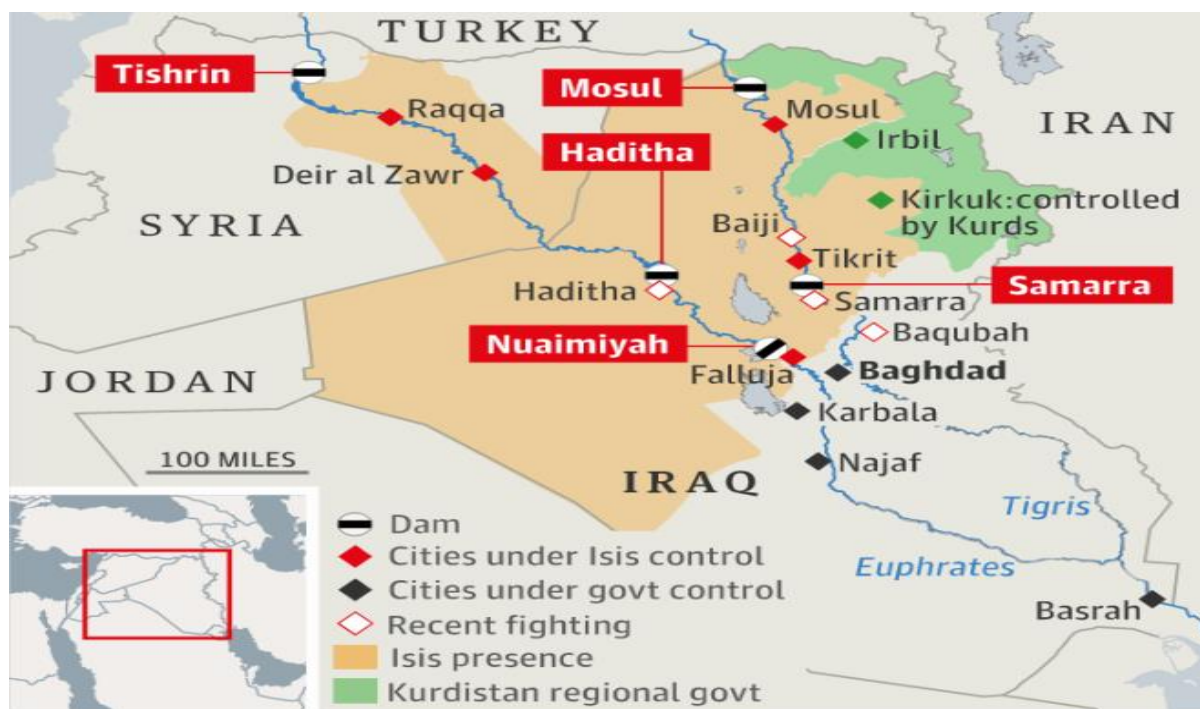
(forrás: <http://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2014/sep/30/water-wars-conflict-peace-nile-africa#img-2>)

Noha a harcok változó sikerrel folynak, az Iszlám Állam számos – a térség vízellátása szempontjából – fontos területet és objektumot birtokol, melyeket tudatosan vont ellenőrzése alá. A térség meghatározó vízfolyásai a Tigris és az Eufrátesz ilyen szempontból igen sérülékenyek. Számos szakértő szerint a vízforrások birtoklása fontosabb, mint a térség olajlelőhelyei, ipari létesítményei vagy raktárai. Az ellenség megfosztása az ivóvíztől azonnali

<sup>10</sup> Hanula Zsolt: Vagy víz fog folyni, vagy vér. [index.hu/kulfold/2015/03/22/azert\\_a\\_viz\\_az\\_ur/](http://index.hu/kulfold/2015/03/22/azert_a_viz_az_ur/) 2015. augusztus 22.



egészségügyi és ellátási gondokat okoz, amely végső soron összeomlást is előidézhethet. Nem véletlen, hogy 2003-ban az amerikai invázió is elsődleges célnak tekintette a vízierőművek és más vízi létesítmények elfoglalását.



3. ábra: A térség helyzete 2014 nyarán (forrás: <http://www.theguardian.com>)

Azzal, hogy az Iszlám Állam harcosai 2014 áprilisában elfoglaltak Falludzsa közelében egy duzzasztógátat, komoly stratégiai előnyre tettek szert. Az elfoglalt duzzasztógát mintegy öt kilométerre található a várostól.

A támadók fokozatosan elzártak a duzzasztógát tíz zsilipjéből nyolcat, ami miatt az Eufrátesz kilépett medréből, és víz alá került a környék. Ezzel jelentősen csökkentették az iraki hadsereg manőverezési lehetőségét, és 12 ezer család lakása vált lakhatatlanná. A folyó alsóbb szakaszain ugyanakkor akadozott a vízellátás, és a vízszint csökkenése áramkimaradásokhoz vezetett a Bagdadtól délre fekvő városokban is, hiszen az erőművek működését a folyó vízszintje erősen befolyásolja. Az iraki katonai vezetés azonnali ellentámadással reagált a keletkezett helyzetre.

2015 júniusában újra fegyverként használták a vizet az Iszlám Állam katonái. Elzárták az Eufrátesz folyó egyik gátját, hogy ezzel könnyítsék meg a kormány ellen irányuló támadásaikat. Ami nekik nagyobb mozgásteret jelent, az a déli tartományok lakosainak csökkentett vízellátást.

Eddig a folyó természetes válaszfalként szolgált a támadók és a kormányerők közt. Anbar tartomány kormányzójának szóvivője elmondta, kénytelenek lesznek ismét katonákat

vezényelni a partvonalra, hogy elkerüljék a behatolásokat. Eddig elég volt bizonyos területeket és a hidakat figyelniük, de most az egész folyó átjárhatóvá vált. A helyi szakértők elmondták, két zsilipet nyitva hagytak a gáton, hogy az általuk uralt területeket ne árasszák el. A kormány megnyitott egy másik gátat, aminek segítségével a Habbaniya tóból vizet vezethetnek az Eufráteszbe, így megelőzve a vízhiányt délebbre. Mindazonáltal ez ideiglenes megoldás, ami legfeljebb három napig működőképes.<sup>11</sup>

A vízellátás korlátozását valamennyi harcoló fél használja eszközként. A kurdok elvágta Moszul vízellátását, a törökök csökkentették az Assad tóból érkező víz mennyiségét, elvágva Aleppót a friss víztől, az Iszlám Állam rendszeresen akadályozza a menekülttáborok vízellátását.

A szakértők egyetértenek abban, hogy a térségben a víz birtoklása egyenlő a hatalom birtoklásával. A Tigris és az Eufrátesz a térség meghatározó folyói, így az azokon épített török erőművek és gátak kulcsfontosságúak a többi országnak átengedett vízmennyiség miatt. 1975-től kezdődően Irak 80%-al, Szíria 40%-al kap kevesebb vizet, mint korábban. Egyes szakértők szerint a növekvő szárazság és a csökkenő csapadékmennyiség miatt 2040-re a két nagy folyó nem fogja elérni a tengert.<sup>12</sup>

Az elmúlt ötven év legszárazabb időszaka az egyik kiváltó oka volt a Szíriában kitört polgárháborúnak. Az aszály pusztító hatást mért az ország északkeleti régiójának mezőgazdaságára. A gazdák tömegesen kezdték megcsapolni a víztározókat, a vízszint azonban hamar annyira lecsökkent, hogy már nem tudták kiszivattyúzni a vizet a tározókból. Bizonyos területeken teljesen tönkrement a mezőgazdaság, máshol a termés háromnegyede kiesett. Az állatállomány 85%-a éhen vagy szomjan halt. Megfigyelők és ENSZ szakértők becslése szerint Szíria 10 milliós vidéki lakosságából 2-3 millió ember extrém szegénységbe süllyedt. Nagyjából 1,5 millióan hagyták maguk mögött a vidéki területeket és költöztek a városokba, ahol már amúgy is nagy volt a feszültség a gyors népességnövekedés és az iraki menekültek beáramlása miatt. A helyzetet tovább súlyosbította a talajvíz nem megfelelő kezelése és az elhibázott mezőgazdasági célkitűzések miatti elégedetlenség. Mindezek oda vezettek, hogy a kezdetben békés tüntetések véres polgárháborúba fordultak.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup><http://nepszava.hu/cikk/1059272-vizet-tamad-az-islam-allam>

<sup>12</sup><http://www.theguardian.com/environment/2014/jul/02/water-key-conflict-iraq-syria-isis>

<sup>13</sup><http://www.origo.hu/kornyezet/20150306-a-klimavaltozas-is-okolhato-a-sziriai-polgarhaboruert.html>

## *Izrael*

Továbbra is megoldatlan és egyre súlyosabb a vízforrások elosztásának problémája Izrael és a palesztinok között. Részben a vízkészletekről szólt a hatnapos háború 1967-ben Egyiptom és Izrael között, illetve teljes egészében annak előzménye, a '64 és '67 közötti harcok a Jordán folyó környékén Izrael, Libanon és Szíria között.

Nehezíti a helyzetet, hogy az elmúlt években nagyon kevés csapadék esett a térségben, és ez a tendencia a jövőben sem fog változni. Az éghajlatváltozás és a népességnövekedés miatt viszont egyre nagyobb nyomás nehezedik a felekre, hogy együttműködjenek a térség vízellátásának rendezésében.

A palesztinok vízforrásai Izrael ellenőrzése alatt állnak, és a források elosztása és felhasználása alapvetően egyenlőtlen. Míg egy palesztin átlagosan 66 liter vizet fogyaszt el egy nap, Izraelben 230 liter a naponta egy főre számított vízhasználat. (Az Egészségügyi Világszervezet irányelve egyébként fejenként napi 100 liter a minimálisan szükséges vízigény.) A szárazság és a vízkészlet kimerítése súlyosbítja a vízellátás problémáját. Az alapvető gond az, hogy az izraeli és palesztin területeken évente több vizet használnak el, mint amennyi természetes módon újrakeletkezik.

Az Izraelt és Ciszjordániát ellátó vízkészlet a Ciszjordánián végighúzóódó hegyvidéki víztartó közetrétegből származik. Ez az üledékes közetréteg nyugati, északi és keleti irányba húzódik, a legnagyobb vita a nyugati kiterjedésű víztartó réteg körül zajlik. A keleti, kizárólag Ciszjordánia alatt található vízforrást palesztin földművelők és zsidó telepések egyaránt használják.

A partközelen húzódó víztartó rétegek mára szinte teljesen kimerültek, ezért Izrael vízellátása egyre inkább a hegyvidéki víztartó rétegektől függ. A partvidékeken már olyan mélyre leástak, hogy a sós víz beszivárgott az ivóvízkészletekbe. A hegyvidéki víztartó rétegek viszont a mélyfúrások miatt kiszáradhatnak.

A Jordán folyó még egy lehetséges, ám igen csekély mennyiségű vízforrás a térségben. A folyó felső, több kisebb mellékfolyó által táplált szakasza még jó minőségű vizet biztosít, ám dél felé ez egyre kevésbé jellemző.

A palesztinok vízellátása szempontjából nagy változást hozott az 1967-es hatnapos háború. 1967 előtt Ciszjordániára a jordániai törvények vonatkoztak, s ennek értelmében a víz magántulajdonnak minősült. Ugyanez volt a helyzet a Gázai övezetben, ahol az egyiptomi jogrendszer érvényesült.

Az izraeli jogszabályok viszont közjavakként kezelik a vízforrásokat. Ennek következtében a háború után államosították a ciszjordániai vízellátó-rendszereket, és a palesztinoknak kvótákat szabtak meg abból a célból, hogy elkerüljék a források kimerítését.

A háború után az izraeli kormány stratégiai erőforrásnak minősítette és katonai ellenőrzés alá helyezte az elfoglalt területek vízkészleteit. Ettől kezdve a palesztinoknak nem volt lehetőségük forrásaik bővítésére, az új kutak fúrását az izraeli hatóságok megtiltották. Eközben az izraeliek viszont több száz méter mély kutakat fúrtak a megszállt területeken, hogy ellássák vízzel a zsidó telepeket. A palesztin kutak ezzel szemben csupán 60-150 méter mélyre nyúlnak, így az izraeliek jóval több vízhez jutnak hozzá, és a mélyfúrásokkal kiszárítják a palesztin földművesek kútjait.

Izrael az 1990-es években változtatott a vízforrások problémájához való hozzáállásán. A vizet azóta nem tisztán stratégiai forrásnak tekintik, hanem lehetséges eszköznek az együttműködéshez. Ennek a paradigmaváltásnak a háttérében egyebek mellett az 1986-os és 1992-es aszály állhat, amelynek következtében a vízkérdés egyre inkább pénzügyi kérdéssé vált. A gond megoldását ösztönözte továbbá a formálódó környezettudatosság, illetve az is, hogy a vízmegosztás ügye a béketárgyalások során is napirendre került. 1991-ben Madridban, majd 1995-ben Oslóban is megvitatták a források kérdését, de a vízhez való jog meghatározását mindig későbbre halasztották. A víz ügyének a rendezésében az egyik legfőbb nehézség abban rejlik, hogy az országoknak olyan együttműködést kellene folytatniuk, olyan intézményeket kellene kiépíteniük, amelyek csökkentenék a nemzeti szuverenitást.

A zöld mozgalmak új perspektívát nyitottak a környezetvédelem terén és jelentős hatást gyakoroltak a politikára Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban, az 1970-es években. A környezetvédő aktivisták jelszavukká emelték a fenntarthatóság eszméjét, és arra biztatták a közgazdászokat, hogy vegyék tekintetbe a környezeti szempontokat. Míg ezeknek a mozgalmaknak köszönhetően nyugaton a víz gazdasági és környezetvédelmi szempontból jelentős értéket nyert, a Közel-Keleten ez a nézet szinte ismeretlen, és az iszlám vallás értelmében a víznek alapvetően szociális jelentőséget tulajdonítanak.

Az izraeli politikusok egy új generációja már tudatában van annak, hogy a vízforrásokról folytatott vita sem a földrajzi adottságokat nem fogja megváltoztatni, sem a válságos helyzetet nem lesz képes megoldani. Ezért a gazdasági együttműködés keretein belül egyre inkább előtérbe kerül a fenntartható környezetfejlesztés szempontja, amely elháríthatja a régóta húzódó konfliktusokat.

A katonai konfliktusok 1948. május 15-én kezdődtek, amikor kirobbant az első arab-izraeli háború. A közel egy évig tartó háború során Izraelnek sikerült megtartania a Jordán folyó

forrásvidékét, azonban ettől délre már Szíria és Jordánia birtokolta az értékes vízkészletet. Az 1950-es évek elején Izrael bejelentette, hogy víztározót épít a Jordán forrásánál. Ez rendkívül kedvezőtlen helyzetbe sodorta volna Jordániát és Szíriát, így a két ország az ENSZ-hez fordult. A Biztonsági Tanácsban még az Egyesült Államok is a projekt leállítása mellett szavazott, amit Izrael meg is tett. Az amerikai vízmegosztási javaslatok kudarca után azonban újramezdték az építkezést, amely az 1960-as évek elejére készült el, és a mai napig az ország vízellátásának egyik bázisa.

A következő konfliktus 1964-ben robbant ki, amikor Szíria bejelentette a Haszbani és a Banjász folyók elterelését. A határozott izraeli katonai fellépésre azonban Szíria feladta elképzeléseit, ám ez már közvetlen előjele volt az 1967-es konfrontációnak. Az úgynevezett „hatnapos háború” során Izrael sokkal előnyösebb pozícióba került a vízforrások és vízgyűjtőterületek elfoglalásával, elsősorban Szíriával szemben. A Golán nyugati részének megszállásával ellenőrzése alá vonta a Jordán egészét, a Banjász és a Jarmuk-folyó jelentős részét. Szíriának esélye sem maradt befolyásolni a zsidó állam vízellátását, és kénytelen volt kétszeresére növelni a Jarmukból való vízfelhasználást. A háborúból azonban Jordánia került ki a leghátrányosabban, mivel mind a Jordánból, mind a Jarmukból való részesedése a harmadára csökkent, így az ország nyugati részei még inkább vízhiányossá váltak.

Az 1982-es izraeli-libanoni háborúban Izrael elfoglalta, és 2000-ig megszállva tartotta Libanon déli részét, ahol a Litani-folyó és annak vízgyűjtő medencéje helyezkedik el. A megszállás alatt számos vád érte az izraelieket, hogy csővezetékeken keresztül átszivattyúzzák a vizet más, Izraelbe futó folyókba, azonban a kivonulást követően erre nem találtak bizonyítékot.

A 2002-ben kirobbant „Wazzani-incidens” alapjául az új libanoni vízpolitika szolgált. A Jordán-folyót tápláló Wazzani-folyóból a libanoni kormány évi 3,65 millió m<sup>3</sup>-t akart kiszivattyúzni, hogy a térség településeit ellássa ivóvízzel. Ez a mennyiség azonban olyan jelentős, hogy fenyegette volna Izrael vízellátását, így újabb háborús veszélyhelyzet állt elő. Nemzetközi nyomásra sikerült a helyzetet rendezni és Libanon egy ésszerűbb megoldást választva felépítette vízkiemelő rendszerét, így Izrael is elállt a fegyveres beavatkozástól.<sup>14</sup>

### *Egyiptom és Etiópia küzdelme a Nílus vizéért*

A Nílus vize mindig stratégiai jelentőségű volt Egyiptom életében. Minden olyan kezdeményezés, amely az édesvíz további megosztására, elterelésére vagy mennyiségének

---

<sup>14</sup>Erdei I., Mediterráneum, 2010. A Jordán-folyó, mint a vízkonfliktusos területek tipikus példája

bármilyen csökkentésére irányul, nemzetbiztonsági kérdés. Egyiptom és Etiópia régóta vitában áll egymással, amelynek kiváltó oka a hatalmas folyam vizének felhasználása, illetve elterelése.

A konfliktus akkor éleződött ki, amikor – Egyiptom folyamatos tiltakozása ellenére – Etiópia megkezdte Afrika legnagyobb duzzasztógátjának és vízi erőművének (hivatalos nevén a Nagy Etiópiai Újjászületés Gátjának) az építését a Níluson.

A Szudáni határhoz közel – Egyiptom déli határától ezer kilométerre – épülő etiópiai műtárgy beruházási költségét 4,8 milliárd dollárra becsülik, és jelenlegi készültségi foka elérte a 30%-ot. A Kék-Níluson épülő műtárgy építésének munkálataiba már csaknem 8500 embert vontak be. Az építkezés befejezése után – az átadás várható ideje 2017 nyara – ez lesz Afrika legnagyobb vízi erőműve.

Etiópia azt reméli, hogy a kontinens legnagyobb vízi erőműve elegendő és olcsó áramot biztosít majd az országnak, ráadásul a rendkívüli természeti kincsnek minősülő, és az életet biztosító vízből hatalmas mennyiségeket Etiópia földjén tart.

A térségre vonatkozó vízügyi szerződések, amelyeket még a gyarmati időkben írtak alá, a Nílus vonatkozásában teljes egészében Egyiptomnak és Szudánnak kedveztek. Etiópia ezen akar változtatni a hatalmas vízerőmű megépítésével.

Egyiptom azonban továbbra is az egykori brit birodalommal 1929-ben megkötött szerződésre hivatkozik. Eszerint egyetlen állam sem valósíthat meg olyan beruházást a Níluson, illetve a folyó partján, amely csökkentené az Egyiptomba érkező víz mennyiségét. Kairó értelmezésében vizet lopni a Nílusból, illetve Egyiptomtól nem szabad. Ennek eredményeként Kairó minden törekvést, amely a gyarmati korban íródott dokumentum kitételeit megváltoztatná, Egyiptom elleni háborús cselekménynek minősít.

Etiópia mindent megtesz a Nílussal kapcsolatos gyarmati örökség felszámolásáért. Addisz-Abeba azzal érvel, hogy a folyó vizének több mint nyolcvan százaléka etióp területről ered. Azt ígéri, hogy az elterelés nem fogja befolyásolni a Nílus vízhozamát, s a tiltakozó és kardcsörtető Egyiptomot egy litertől sem fosztják meg. Kairó ezt nem hiszi el, és attól tart, hogy a Nílus „megcsapolása” komoly gazdasági, szociális és egyéb problémákat okoz Egyiptomban. Az ország számára a Nílus létkérdés, hiszen a lakosság negyede a termékeny és fokozatosan fejlődő parti területeken él.

Az egyiptomi politikai vezetés nemzetbiztonsági érdeknek tartja a Nílus felett gyakorolt teljes ellenőrzést. Kairó azzal érvel, hogy a Nílus deltájában, amely ősidők óta Egyiptom egyik legfontosabb élelmiszert termelő területe, már jelenleg is kevés a víz, mert – az etiópiai építkezés miatt – apadni kezdett a folyó vize. Kairó attól tart, hogy a gát megépülése után a Nílus már nem lesz ugyanaz a folyó, amely évezredekig táplálta Egyiptom lakosságát. Szerinte

a duzzasztógát és az áramtermelő erőmű elkészülte után a Nílus vizének nagy része is ott maradna Etiópiában, ezzel pedig veszélybe kerülne Egyiptom ivóvízellátása.

Ebbe pedig Egyiptom irányítói nem hajlandóak belenyugodni. Mohamed Murszi előző egyiptomi elnök megbízatási ideje alatt (2012-2013) már a végletekig feszült a helyzet a két ország között. Murszi a rendkívül problémássá vált helyzet miatt még az Etiópia elleni katonai támadástól sem zárkózott el. A volt elnököt annak idején több politikustársa és katonai vezetője is arra buzdította, hogy engedélyezze szabotázsakciók végrehajtását, amelyekkel szerintük Etiópiát eltéríthették volna a gátépítési szándékától. Bonyolítja Egyiptom helyzetét, hogy az épülő erőmű meglehetősen távol van, így a katonai megoldások között csak a légierő csapásai, vagy a különleges műveleti erők bevetése jöhet szóba. Előbbit megnehezíti a távolság, hiszen az erőmű az egyiptomi légierő hatósugarán kívül van. Az országnak nincs légi utántöltő kapacitása, így csak szudáni repülőterek közbeiktatásával tudna csapást mérni az objektumra. Ez azonban további bonyodalmakat okozna, hiszen Szudánt is bevonná a katonai konfliktusba. A különleges műveleti erők alkalmazását megkérdőjelezi a lehetséges rombolás hatékonysága. Azaz képesek-e adott esetben a katonai romboló osztagok olyan károkat okozni, amelyek érdemben visszavetik, vagy megállítják az erőmű építését?

Ezzel párhuzamosan az etióp hadsereg vezetői is siettek kijelenteni, hogy készek katonai eszközökkel is megvédeni az épülő erőművet, és a támadók komoly árat fizetnek minden katonai jellegű beavatkozásért.

A megannyi tárgyalás ellenére Egyiptom és Etiópia még mindig nem tudott megegyezni egymással, ezért nemrég felkérték az Európai Uniót, hogy segítsen megtalálni a megoldást. A Brüsszelt közvetítői szerepre felkérő elhatározás után Nabil Fahmy egyiptomi külügyminiszter megerősítette: mindkét ország egyetért abban, hogy ideje pontot tenni az ügy végére, s kölcsönösen előnyös, illetve kedvező szerződést kötni. Megjegyezte azonban, hogy a Nílus vize Egyiptom számára „első számú nemzetbiztonsági kérdés”, s ezért Kairó „fenntartja magának a jogot, hogy különféle technikai, diplomáciai és jogi lépéseket vegyen fontolóra a gátépítés ellen”.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup>Szabó J: Magyar Szó online, 2014. A kairói vízparancsolat: ne lopj!



4. ábra: A Kék-Niluson épülő duzzasztógát helye (forrás: <http://komlomedia.hu>)

#### *India és Pakisztán konfliktusa*

Az India és Pakisztán közötti megbékélés legnagyobb akadálya a máig rendezetlen helyzetű Kasmír tartomány fölötti fennhatóság tisztázása. A terület jelenleg megosztott, India, Pakisztán és Kína gyakorol fennhatóságot a tartomány felett. Mivel a térség lakossága túlnyomórészt muzulmán, ezért Pakisztán az egész Kasmír fölötti ellenőrzésre formál igényt, erről India hallani sem akar. India ellenőrzése alatt áll a régió nagyobbik része, Dzsammu, a Kasmír-völgy, Ladakh és a Siachen-gleccser. Pakisztán fennhatósága alatt vannak a Muzzafarabad, Gilgit és Baltistan nevű északabbi területek. A Kínához tartozó rész neve Aksai Chin.





5. ábra: Kasmír tartomány (forrás: <http://kitekinto.hu>)

A Kasmír-i terület miatti vita a két ország között leginkább az Indus forrásvidéke miatt tűnik megoldhatatlannak. India és Pakisztán területi vitái ellenére sokáig az együttműködés pozitív példaként szolgált az Indus vizeiről szóló egyezmény (Indus Water Treaty) betartásának sikeressége. Az 1960-ban kötött megállapodás az Indus folyót tápláló öt mellékfolyót osztotta fel a két ország között: a nyugati részhez tartozó Dzselum és Csenab (és az Indus) folyók Pakisztánt illetik meg, a keleti területeken található Ravi, Beász és Szatledzs vizeinek hasznosítására pedig India kapott kizárólagos jogot. Szakértők szerint azért is tartották be eddig a felek a víztározás feltételeinek szerződésben rögzített szigorú szabályait, mert a vízhozam nagyarányú csökkenése a törékeny stabilitású régióban akár háborúhoz is vezethet. A gond az, hogy a hatvanas évek elején még csak elképzelni sem tudták, hogy pár évtizeddel később öntözés és áramtermelés címszó alatt mit lehet majd művelni egy folyó vízhozamával, élővilágával és szennyezettségével. Erre figyelmeztetett Pakisztán elnöke is, mikor 2008-ban India miniszterelnöke felavatta a Csenab folyón épült, 450 megawatt teljesítményű vízierőművet, a Baglihari-gátat, mely működése során, a pakisztániak szerint, az ő területeiktől vonta el a vizet. India legújabb, 1,6 milliárd dolláros Kisanganga-projektje keretében újabb

nagyteljesítményű gátat épít, ezúttal a Dzselum folyón, ismét megszegve ezzel az 1960-as egyezményben foglaltakat.<sup>16</sup> Pakisztán mezőgazdasága alapvetően függ a folyó vízhozamától, ami egyes becslések szerint 2050-ig 8%-al csökken. Ennek oka az éghajlatváltozás miatt fogyó gleccserek, de az említett beavatkozások is szerepet játszanak a vízhozam csökkenésében, ami ma még 6 000 m<sup>3</sup>/másodperc. Pakisztán ma már nemzetbiztonsági kérdésként tekint az Indus vízhozamának megőrzésére. „Vagy a víz folyik, vagy a vér”- mondják a szélsőségesek, ami pontosan tükrözi a feszültség nagyságát egy olyan térségben, ahol atomhatalmak állnak szemben egymással.

### *A Tibeti-fennsík szerepe a vízellátásban*

A tibeti kérdés évtizedek óta megoldatlan. A kilencvenes években jelentős fejlesztésekkel, illetve kínaiak tömeges betelepítésével próbálták a kínai hatóságok enyhíteni a feszültségeken. Miért ennyire fontos Tibet Kína számára? Már Mao Ce-tung is felismerte kivételes stratégiai jellegét, amely a 2,4 millió négyzetkilométer kiterjedésű Tibeti-fennsík földrajzi ütközőzóna jellegében van. Kína és India, illetve Kína és Afganisztán között húzódik ez a terület.

A másik ok Tibet felbecsülhetetlen értékű vízkészlete. A 4500 méteres magasság kiváló minőséget biztosít a víznek, frissen tartja azt. A Tibeti-fennsíkon található az Arktisz és az Antarktisz utáni legnagyobb vízkészlet, ezért a „harmadik sarknak” is nevezik. Több folyó is innen indul el hosszú útjára, a Hoangho, a Jangce, a Mekong, a Salween, a Sutlej és a Brahmaputra.

A Tibeti-fennsík látja el vízzel a világ lakosságának mintegy felét. Kína földrajzi elhelyezkedése nem annyira szerencsés, gyakoriak a szárazságok, az ország negyedét sivatag foglalja el. Az ország folyóinak nagy része szennyezett, a Tibeten kívüli vízkészlet messze nem elég az 1,3 milliárdos lakosság igényeinek kielégítésére. Kína egyik legfontosabb stratégiai törekvése az, hogy a tibeti vizet átvezesse az ország gazdagabbik keleti részére. Ezért hatalmas beruházásokkal gátakat, csatornákat, öntözőrendszereket, vezetékeket építettek és különféle vízelterelési terveket fogadtak el. Kína az eltelt öt év alatt több gátat épített, mint a világ többi országa együttesen. Kína az elmúlt évtizedek brutális tempójú iparosodásának energiaigényét két forrásból fedezte: a környezetszennyező szénérőművekből, és a vízierőművekből, amelyekből több mint 85 ezer van az országban (pontosabban ennyi gát dolgozik az erőművek alá). Amíg ezek az ország keleti részén épültek, addig csak Kínának okoztak helyrehozhatatlan

---

<sup>16</sup>[http://kitekinto.hu/kelet-azsia/2010/02/04/a\\_vizert\\_haboruznak\\_azsiaban/#.VVYsgmntmko](http://kitekinto.hu/kelet-azsia/2010/02/04/a_vizert_haboruznak_azsiaban/#.VVYsgmntmko)

környezeti károkat. Tíz éve azonban az erőmű építési láz a Mekongot, a világ egyik legnagyobb folyóját. A Mekonggal az a gond, hogy a Jangcéval és a Sárga-folyóval ellentétben nem csak kínai területen folyik, vagyis ha a kínaiak tönkreteszik, azzal más országoknak is keresztbe tesznek.

A kínai erőművek komoly gondokat okoznak mindazon országoknak, amikkel osztozik a folyó vizén. A délkelet-ázsiai országok eddig együtt próbáltak Kínával tárgyalni a folyó ügyében, de könnyen lehet, hogy ez az egység a Don Sahong gát építésével szétesik.<sup>17</sup>

„Igen, háború lesz, az országok harcolni fognak a vizükért, az emberek harcolni fognak, amikor elveszik tőlük az ivóvizet. Vízháború lesz a konfliktusból Laosz, Thaiföld, Kambodzsa, Mianmar között, csak várjuk ki.”<sup>18</sup>

Ennek jó oka van, hiszen az előrejelzések szerint 2050-re Kína és India rizs- és búzatermelése a vízhiány miatt 30-50%-kal fog visszaesni, miközben az igény a gabonára legalább 20%-kal nő majd. Az eredmény: a világ két legnagyobb országa – ami ma önellátó ezekből az alapvető élelmiszer-alapanyagokból – nagyjából 2-300 millió tonnás importra fog kényszerülni. Ki fogja ezt biztosítani és milyen áron?<sup>19</sup>

A világhírű indiai elemző, Brahma Chellaney egyik könyvében úgy vélte: Ázsia következő fegyveres konfliktusainak oka a csökkenő vízkészlet lesz, Kína pedig a maga eszközeivel aknázza ki a tibeti lehetőségeket.<sup>20</sup> Arról sem szabad megfeledkezni, hogy a tibeti víz elterelésével egyre kevesebb jut a térség többi államának. Indiában és Bangladesben már érzik is ennek a hatásait.<sup>21</sup>

### *Összegzés*

Amiről eddig csak a kutatóintézetek konferenciáin beszéltek, mára valósággá vált. A világ egyre több pontján tör ki konfliktus az iható vízért, egyre több ember hal erőszakos halált a vízforrásokért folyó harcban. Amíg az ezredfordulóig az évente jelentett vízkonfliktusok száma nem érte el a fél tucatot, addig az elmúlt tíz évben ez a szám minden évben meghaladta azt. Csak 2012-ben 19 esetben jegyezték fel olyan erőszakos cselekményt, amely az édesvíz birtoklásáért tört ki.<sup>22</sup>

---

<sup>17</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Don\\_Sahong\\_Dam](https://en.wikipedia.org/wiki/Don_Sahong_Dam)

<sup>18</sup> <http://www.voanews.com/content/southeast-asia-drought-triggers-debate-over-regions-water-resources--89114447/114686.html>

<sup>19</sup> Prince Mathews Thomas: The Tap's Running Dry. <http://www.forbes.com/2010/07/06/forbes-india-water-security-south-east-asia.html>

<sup>20</sup> B. Chellaney, University Press Washington D.C. 2011. Water: Asia's New Battleground. Georgetown

<sup>21</sup> <http://nepszava.hu/cikk/1030578/2>

<sup>22</sup> P. H. Gleick, M. Heberger: Water and Conflict. Events, Trends and Analysis (2011-2012)

Olyan országok között is megjelentek az első törésvonalak az édesvíz birtoklása területén, amelyekről nem is gondoltuk. Jó példa erre az Egyesült Államok és Kanada helyzete. Előbbi egyes területei szomszajnak, míg utóbbi bővében van az édesvíznek. Ma már napi téma a két ország kapcsolatában a kanadai édesvíz források esetleges igénybevételének kérdése a déli szomszéd részéről. Sem a kanadai közvélemény, sem a mértékadó politikai erők nem lelkesek, amikor ezek az elképzelések szóba kerülnek.<sup>23</sup>

Azt sem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy víz meghatározza a nemzetek gazdagságát és stabilitását egyaránt. Az amerikai Center for Public Integrity elemzése szerint a nyugati országok egy része üzletként tekint a vízre, és 1 trillió dollár nagyságú összeg haszonra kívánnak szert tenni a vízhez kötődő privatizációból, tisztításból és ellátásból, egy olyan régióban, ahol a víz sokkal többbe kerül, mint az olaj.

A 2003-as iraki invázió előtt, CIA-elemzők előrejelzésükben már felvázolták a háború egy új terepét: a hidrológiai hadviselést (hydrological warfare), amelyben a folyók, tavak és víztározók nemzetbiztonsági-katonai célpontokká válnak. Ezek az előrejelzések napjainkban egyre inkább realitássá válnak, gondoljunk csak a legutóbbi konfliktusokra Irakban, Líbiában és Szíriában.<sup>24</sup>

Magyarországon ez a probléma egyelőre nem jelentkezik ilyen formában. Ugyanakkor hazánk földrajzi helyzete miatt erősen sérülékeny, ha az édesvízről van szó. Meghatározó folyóink a határon kívülről érkeznek, így azokkal első soron nem mi gazdálkodunk. A szomszéd országokkal az együttműködés jó, ennek ellenére nem sikerült megnyugtatóan rendezni sem a bősi erőmű, sem a ciánszennyezés kérdését. Mindkettő azt mutatja, hogy átfolyó édesvizeink felett nem rendelkezünk korlátlanul. Krízishelyzetben függünk mások jóindulatától és ne legyenek kétségeink: ha arról kell döntenie, hogy a bármilyen okból korlátozott hozzáférés miatt csökkenteni kell a vízfogyasztást, minden kormánynak maga felé fog hajlani a keze. A helyzet kezelésére tehát a felkészülést el kell kezdeni, elkerülendő a fenti példák megismétlődése.

#### *Felhasznált irodalom*

1. Bűnözők húznak hasznot a vízhiányból. <http://www.piacesprofit.hu/klimablog/bunozok-huznak-hasznot-a-vizhianybol/> Letöltve: 2015. június 21.
2. The Himalayan Challenge. Water Security in Emerging Asia. 2010. [http://www.strategicforesight.com/publication\\_pdf/85801himalayan-challenge.pdf](http://www.strategicforesight.com/publication_pdf/85801himalayan-challenge.pdf)

---

<sup>23</sup><http://www.treehugger.com/clean-water/will-next-war-canada-be-fight-over-water.html>

<sup>24</sup> Garikia Chengu: Wars in Middle East: Imperialism and the Battle for Water. <http://www.globalresearch.ca/u-s-wars-in-the-middle-east-imperialism-and-the-battle-for-water/5384015>

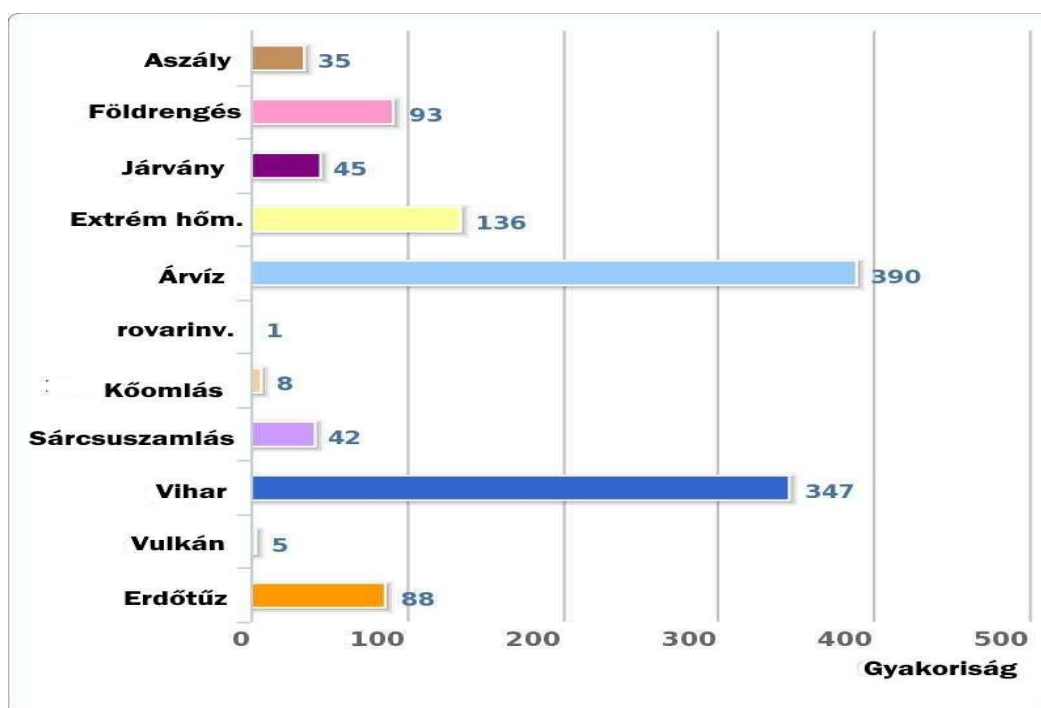
3. Chellaney, Brahma: Water: Asia's New Battleground. Georgetown University Press Washington D.C. 2011.
4. Erdei István: A Jordán-folyó, mint a vízkonfliktusos területek tipikus példája. Mediterráneum IV. évfolyam 2. szám, 2010. június 20. 2-9. oldalak.  
[http://epa.oszk.hu/02000/02090/00012/pdf/EPA02090\\_Mediterran\\_Balkan\\_Forum\\_2010\\_04\\_02\\_01-09.pdf](http://epa.oszk.hu/02000/02090/00012/pdf/EPA02090_Mediterran_Balkan_Forum_2010_04_02_01-09.pdf) Letöltve: 2015. május 1.
5. Gleick, Peter H. -Matthew Heberger: Water and Conflict. Events, Trends and Analysis (2011-2012). Letöltve: 2015. július 19. <http://worldwater.org/wp-content/uploads/sites/22/2013/07/www8-water-conflict-events-trends-analysis.pdf>
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/North\\_Crimean\\_Canal](http://en.wikipedia.org/wiki/North_Crimean_Canal) Letöltve: 2015. április 26.
7. [http://kitekinto.hu/kelet-azsia/2010/02/04/a\\_vizert\\_haboruznak\\_azsiaban/#.VVYsgrntmko](http://kitekinto.hu/kelet-azsia/2010/02/04/a_vizert_haboruznak_azsiaban/#.VVYsgrntmko) Letöltve: 2015. május 10.
8. [http://komlomeia.hu/kepek/3300\\_2.jpg](http://komlomeia.hu/kepek/3300_2.jpg) Letöltve: 2015. május 2.
9. <http://nepszava.hu/cikk/1059272-vizzel-tamad-az-islam-allam/> Letöltve: 2015. június 7.
10. <http://www.origo.hu/kornyezet/20150306-a-klimavaltozas-is-okolható-a-sziriai-polgarhaboruert.html> Letöltve: 2015. május 1.
11. <http://www.theguardian.com/environment/2014/jul/02/water-key-conflict-iraq-syria-isis> Letöltve: 2015. május 2.
12. [http://figyelo.hu/cikk\\_print.php?cid=378252\\_kozeleg\\_a\\_vizhaboru](http://figyelo.hu/cikk_print.php?cid=378252_kozeleg_a_vizhaboru) Letöltve: 2015. október 17.
13. <http://www.treehugger.com/clean-water/will-next-war-canada-be-fight-over-water.html> Letöltve: 2015. július 19.
14. Ivicsics Noémi: A vízért háborúznak Ázsiában. 2010, 2. 4. [http://kitekinto.hu/kelet-azsia/2010/02/04/a\\_vizert\\_haboruznak\\_azsiaban/#.VVYsgrntmko](http://kitekinto.hu/kelet-azsia/2010/02/04/a_vizert_haboruznak_azsiaban/#.VVYsgrntmko) Letöltve: 2015. május 15.
15. Krími válság – Ukrajna adu ásza: az édesvíz.  
<http://www.karpataljalap.net/?q=2014/03/20/krimi-valsag-ukrajna-adu-asza-az-edesviz>  
Letöltve: 2015. április 26.
16. Még sosem volt ilyen szomjas a bolygó.  
[http://www.piacessprofit.hu/klimablog/fenntarthato\\_fejlodes/meg-sosem-volt-ilyen-szomjas-a-bolygo/](http://www.piacessprofit.hu/klimablog/fenntarthato_fejlodes/meg-sosem-volt-ilyen-szomjas-a-bolygo/) Letöltve: 2015. június 21.
17. Rónay Tamás: Harc a vízért a Közel-Keleten és Ázsiában. Népszava, 2014. 8. 15.  
<http://nepszava.hu/cikk/1030578/2> Letöltve: 2015. május 1.
18. Russian military begin extensive water pipeline project in Crimea.  
<http://rt.com/news/246725-crimea-water-pipeline-project/> Letöltve: 2015. április 26.
19. Szabó József: kairói vízparancsolat: ne lopj! Magyar Szó online 2014. 4. 20.  
[http://www.magyarso.com/hu/2314/kulfold\\_nagyvilag/110506/Kair%C3%B3i-v%C3%ADzparancsolat-Ne-lopj!.htm](http://www.magyarso.com/hu/2314/kulfold_nagyvilag/110506/Kair%C3%B3i-v%C3%ADzparancsolat-Ne-lopj!.htm) Letöltve: 2015. május 2.

20. Ukrajna elzárta a Krím félsziget vízcspáját.  
[http://hvg.hu/vilag/20140426\\_Ukrajna\\_elzarta\\_a\\_Krim\\_felszigetet\\_vizcsa](http://hvg.hu/vilag/20140426_Ukrajna_elzarta_a_Krim_felszigetet_vizcsa) letöltve: 2015. április 26.
21. Vidal, John: Water supply key to outcome of conflicts in Iraq and Syria, experts warn. The Guardian 2014. 7. 2. <http://www.theguardian.com/environment/2014/jul/02/water-key-conflict-iraq-syria-isis> Letöltve: 2015. május 2.
22. Prince Mathews Thomas: The Tap's Running Dry.  
<http://www.forbes.com/2010/07/06/forbes-india-water-security-south-east-asia.html>  
Letöltve: 2015. október 17.
23. [https://en.wikipedia.org/wiki/Don\\_Sahong\\_Dam](https://en.wikipedia.org/wiki/Don_Sahong_Dam) Letöltve: 2015. október 17.
24. John Vidal: What does the Arab world do when its water runs out? 2011. 2. 20.  
<http://www.theguardian.com/environment/2011/feb/20/arab-nations-water-running-out>  
Letöltve: 2015. október 17.
25. <http://www.voanews.com/content/southeast-asia-drought-triggers-debate-over-regions-water-resources--89114447/114686.html> Letöltve: 2015. október 17.
26. Garikia Chengu: Wars in Middle East: Imperialism and the Battle for Water.  
<http://www.globalresearch.ca/u-s-wars-in-the-middle-east-imperialism-and-the-battle-for-water/5384015> Letöltve: 2015. október 17.

## ***Petró Tibor: Vizek által okozott károk, európai kitekintés<sup>1</sup>***

### *Bevezetés*

A vizek okozta károkozás a természeti katasztrófák között Európában az egyik legnagyobb pusztítást és anyagi károkozást jelentő katasztrófatípus. Ha ehhez hozzávesszük a vizekkel történő gazdálkodás felelősségét, azaz az aszály okozta károk számát, akkor ez a statisztikai kimutatás még inkább elrettentő képet mutat. *Homokiné Ujváry Katalin* a meteorológiai szolgálat részére írt, a 2013-as nagy dunai árvíz kialakulásának vizsgálatáról szóló tanulmányban az alábbiakat fogalmazta meg:



*1. ábra: Természeti katasztrófák előfordulása Európában<sup>2</sup>*

„Minden árhullám után vissza-visszatérő kérdés az is, hogy lehet-e ennél nagyobb árvíz. Ha a 2002-s árhullám meteorológiai feltételeit (nagyobb csapadékmennyiség) a 2013-s árvíz hidrológiai körülményeivel társítjuk, bizony elképzelhető magasabb vízállást eredményező árhullám.” Ezen megállapítás is rávilágít annak szükségességére, amelyet mindannyian sejtünk, miszerint a különböző ár és belvízvédelmi rendszereink folyamatos fejlesztése, az együttműködés rendszerének folyamatos fenntartása, a különböző lakosságvédelmi, képzési és tájékoztatási programok megvalósítása elengedhetetlen, hiszen a katasztrófák elleni védelem közügy, ami a lakosság önmentő képességének növelése nélkül nem megvalósítható.

<sup>1</sup> „A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup>[http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index\\_region.php?rid=3](http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3)



Magyarország a vizek okozta károk tekintetében történő kitettsége Európán belül az egyik legmagasabb. A víz, mely az élet alapja, fölös mennyiségében pusztít, kárt okoz, amely lehet árvíz, vagy a helyi fölöslegből származó belvíz. Az árvizek és a belvizek által veszélyeztetett területek együttes kiterjedése csak Magyarországon 48000 km<sup>2</sup>, az ország területének 52%-a, a művelt területek kétharmada. Az alábbi ábra jól példázza, melyek azok a függőségek, amivel egy-egy Európai Unió tagállamnak meg kell küzdeni.



2. ábra: Magyarországnak a szomszédos országok vízgyűjtő területén történő eseményektől való függősége<sup>3</sup>

#### *A vizek okozta károk típusai, hatásmechanizmusai*

A vizek okozta veszélyeztetés, mely túlzóan sok, vagy túlzóan kevés víz hatásaként jön létre, az alábbi formákban okoz veszélyhelyzeteket:

- Árvíz
- Belvíz
- Helyi vízkár (kisvízfolyások / tavak árvizei)
- Tengeri ár
- Aszály

Árvízi veszélyeztetés folyók esetén az alábbi formákban jöhet létre:

- Közvetlen elöntéssel

<sup>3</sup> forrás: <https://www.google.hu/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=bevezet%C3%A9s%20az%20C3%A1rv%C3%ADzv%C3%A9delembe>



- Ártéri öblözetben, amikor egy távolabbi gátszakadás eredményeként alakul ki az elöntés
- A folyó középső és alsó vízfolyásszakaszán, ahol a felső szakaszon folyó a mederből kilépett, a völgyben a településre érkező víz pedig elöntéssel fenyeget

Belvíz esetén:

- Árvíz mentes időszakban a csapadékból, hóolvadásból vagy megemelkedett talajvízszintek következtében kialakuló bel- és külterületi elöntés
- Árvizes időszakban az árvízvédelmi létesítmények általján keresztülszivárgó és a mentett oldalon a terepszint fölé emelkedő szivárgó, fakadó vizek
- Külterületen keletkező, de a települési belvízcsatornában, és/vagy a terepen érkező belvízi elöntés
- Helyi vízkár esetén:
- A nagyobb vízgyűjtőjű vízfolyás felső szakaszán, vagy nagyon kicsi vízgyűjtőjű vízfolyásoknál, vízmosásoknál általában a csapadék/hóolvadás függvényében azonnal kialakulhatnak a beavatkozást igénylő vízkár események
- Belterületi csapadékvíz hálózatot közvetlenül érintő, annak kapacitását meghaladó, vagy a közvetlen vízgyűjtőről a terepen a belterületre összegyülekező vízkár események (sárlavinák, beiszapolások)
- Nagytavak elöntései, melyek a szélsőséges meteorológiai-hidrológiai esemény hatására következnek be a tó mentén

Tengeri árral:

- Az erős szél jelentős hullámokat kelt a part menti sávban, melyet tovább fokozhat a térségben lévő alacsony légnyomás, illetve a víz hőmérséklete
- Szökőár, mely során az óceán, tó, víztározó vagy tengerfenéken olyan eltorzulás jön létre, mely hullámozást generál. Ez a tengerfenék torzulás létrejöhet földrengés, vulkánkitörés tenger alatti földcsuszamlás, hegyomlás, netán meteorit becsapódás hatására

Aszálykor: A hasznosítható vízmennyiség időszakos csökkenése, a csapadék hosszabb idejű negatív anomáliája, ami a természet, a gazdaság és a társadalom különböző szektoraiban károkat okozhat.

Az aszály típusai lehetnek:

- meteorológiai aszály
- mezőgazdasági aszály (A meteorológiai aszály hosszától és erősségétől függően a talajnedvesség lecsökken (rövidebb időszak alatt), de akár a talajvízszint is leeshet (hosszabb időszak alatt)).
- hidrológiai aszály (A víz a vízgyűjtő területéről tárolókban, tavakban és folyókban gyűlik össze. Ha a vízgyűjtőt meteorológiai aszály sújtja, akkor ezen tározók, tavak, folyók stb. szintje, vízhozama drasztikusan lecsökken)

### *Európa vízrajza, az elmúlt időszak nagy európai árvízi katasztrófái*

A 10,4 millió km<sup>2</sup> területű Európa, népsűrűségét tekintve Ázsia után a legmagasabb, eléri a 72 fő/km<sup>2</sup>-t, lakóinak száma 740 millió fő. Összetett éghajlati viszonyait az alábbi helyi szelek alakítják:

- meleg, száraz, alábukó szél: fön szél
- hideg, száraz, alábukó szelek: bora (Horvátország), mistral (Franciaország), nemere (Erdély)
- északias hideg szelek: sirokkó (Ión-szigetek), szolánó (Ibériai-fsz.).

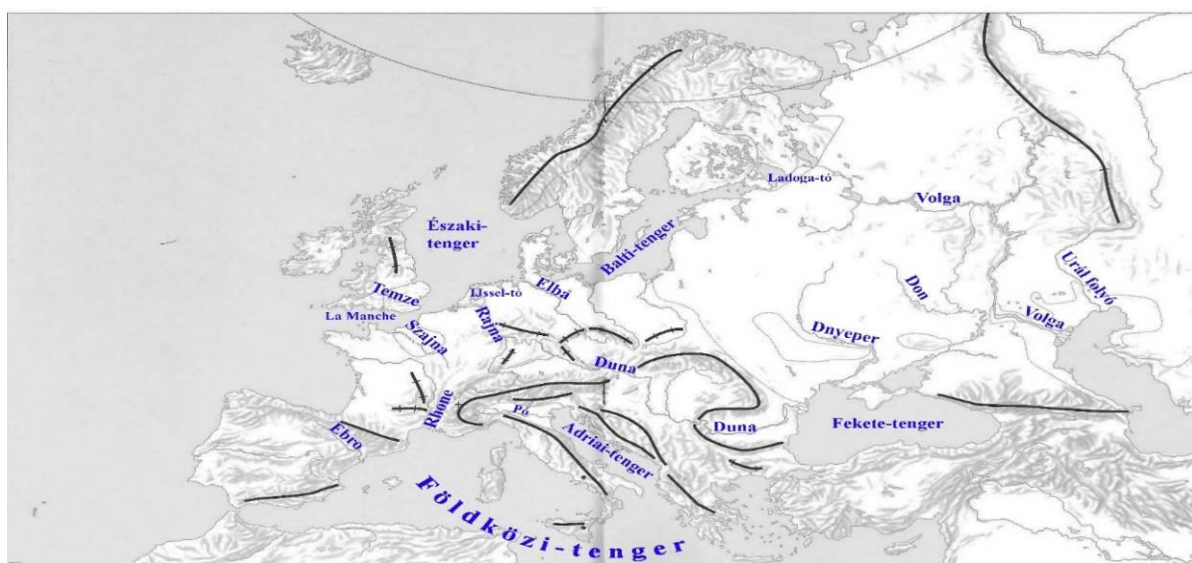
A légköri mozgások, az ún. tranziens időjárási rendszerek (pl. ciklonok, anticiklonok) nagyban hozzájárulnak az árvízi kiváltó okok (pl. nagymennyiségű csapadék, hirtelen gyors olvadás) létrejöttéhez.

A légkör állapotát főként a következő paraméterek és folyamatok határozzák meg:

- ún. turbulens jellegű hőátvitel, mely kifejezés a légköri átkeveredés örvényes jellegére utal;
- a felszín nedvességtartalma;
- a felszín típusa, ill. annak albedója (fényvisszaverő-képessége), mely meghatározza a bejövő és a visszavert napsugárzás arányát;
- a vízgőz kondenzálódása révén felszabaduló ún. látens hő;
- a felhőzet. melynek fontos szerep jut a bejövő rövidhullámú napsugárzás visszaverődésénél és a kimenő hosszuhullámú földsugárzás abszorpciójánál, illetve emittálásánál;
- a CO<sub>2</sub>, vízgőz, ózon és egyéb nyomgázok légköri hűtő és melegítő hatása;
- a Föld keringési pályaelemeinek ciklikus változásai;
- orográfiai akadályok, szárazföldek és óceánok területi eloszlása, inhomogenitása;

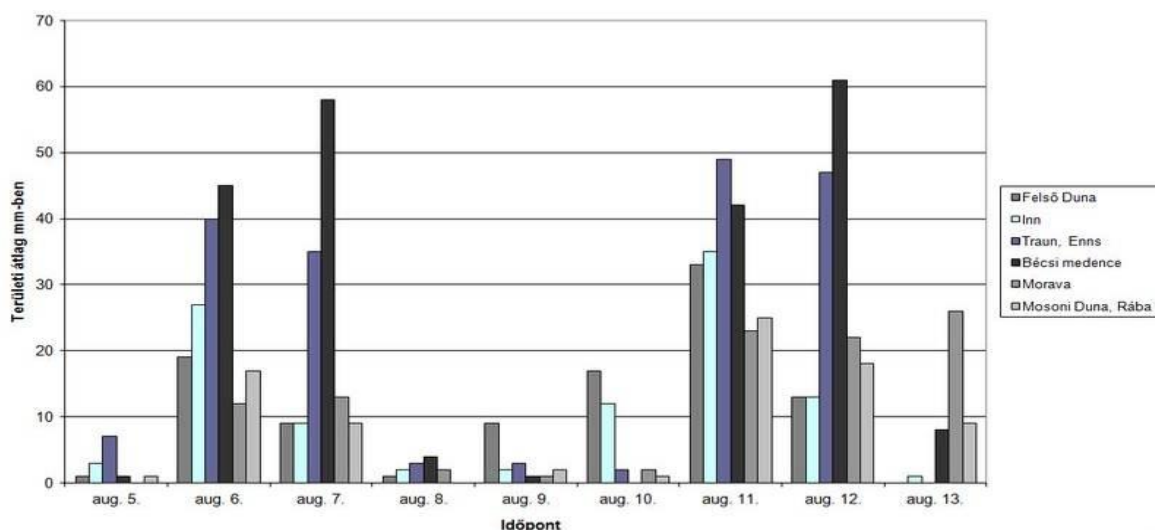
- a légkör és az éghajlati rendszer más elemei között fellépő visszacsatolási mechanizmusok.

Európában kialakuló nagy, a vízhez köthető veszélyhelyzetek az időjárástól, szelektől, és csapadékviszonyoktól elválaszthatatlanok. Európa vízrajzára jellemző, hogy annak tagoltsága miatt nincsenek nagy, egybefüggő vízrendszerek. A kontinens leghosszabb folyója a Volga, a maga 3690 km-ével. Ezen kívül jelentős még a Duna, ill. a Kelet-Európai síkság folyói. A terület 17%-a lefolyástalan. Főbb vízrajzi elemei a következők: Adriai-tenger, Balti-tenger, Északi-tenger, Fekete-tenger, Földközi-tenger, Watt-tenger, Ladoga-tó, IJssel-tó, Dnyeper, Don, Duna, Ebro, Elba, Pó, Rajna, , Szajna, Temze, Urál folyó, Volga, La Manche.

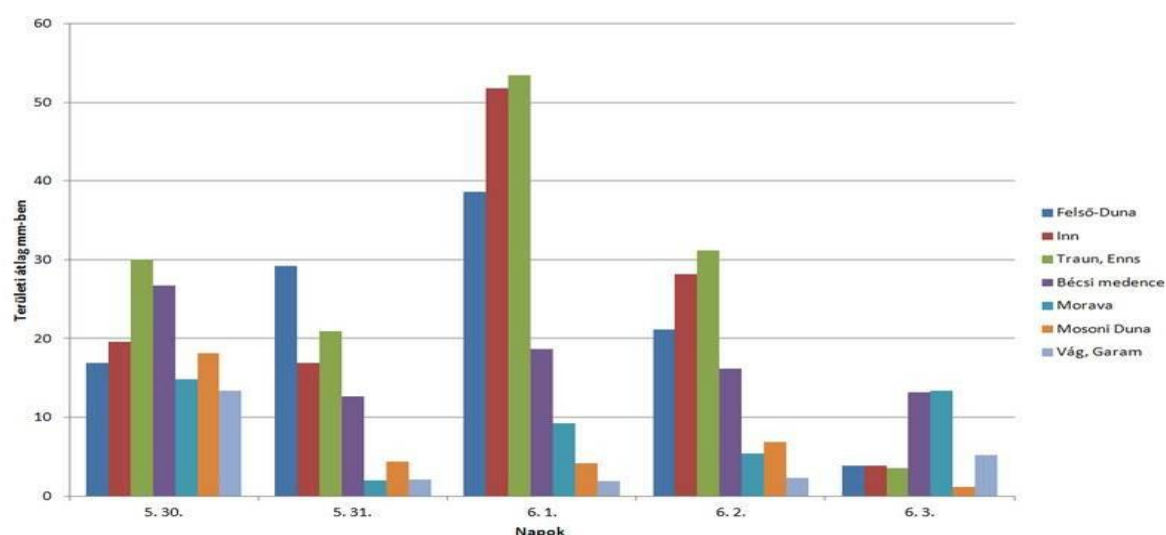


3. ábra: Európa nagyobb folyói

A vizek pusztító hatását és annak ciklikusságát vizsgálva óhatatlanul felmerül a kérdés. Ezen rendkívüli események, veszélyhelyzetek gyakoribbá válnak-e az elkövetkező időszakban? Válaszolni a múltban bekövetkezett árvizekhez, belvizekhez kapcsolódó veszélyhelyzetek okainak vizsgálatán, a vizek által végzett pusztítás mértékén keresztül végzett becslések mentén lehet. Elég csak visszatekintnünk az elmúlt 2-3 évre és Európa szerte találkozhatunk nagy folyókat érintő árvizekről vagy villámárvízként kialakuló elöntésekről szóló híradásokról. Ki ne találkozott volna a 2013.-as Dunai árvíz okozta veszélyhelyzetről szóló híradásokkal például. A Duna, melynek vízgyűjtő területe 184893.0 km<sup>2</sup>, árvize veszélyeztette a folyómeder vonala mellett elhelyezkedő államokat, többek között Magyarországot is. Minden árhullám más-más hidrológiai és meteorológiai tényező hatására, illetve együttes hatására alakul ki. A Duna egyik legjelentősebb árhullámának kialakulásában meteorológia szempontból döntően a négy egymást követő nap jelentős csapadékhullása, míg hidrológiai szempontból a mellékfolyók egyidejű magas vízszintje vagy áradása határozta meg.



4. ábra: Tényleges területi csapadékatlagok a Duna felső szakaszán 2002. augusztus 5. és 13. között



5. ábra: Tényleges területi átlagok a Duna felső szakaszán 2013. május 30 és június 3. között<sup>4</sup>

A 2002-es és a 2013-as dunai árvíz kialakulásának meteorológiai okai nagyban hasonlítanak egymásra. Amennyiben a meteorológiai szolgálat honlapján lévő csapadékszinteket összevetjük, láthatjuk, hogy rövid időszakon belül lehulló nagymennyiségű csapadék, a több napra szétoszló magas csapadékintenzitás és szinte egész napos eső a fő kiváltó ok. Itt található azonban a különbség is. Míg 2002.-ben volt egy kis csapadékmennyiséggel bíró három napos periódus, a hevesebb esőzések között, addig 2013.-ban a négy napig tartó esőzés a vízgyűjtő területeken folyamatos volt. Ezzel egy időben, Lengyelországban és a Cseh-medence térségében a lehulló csapadékmennyiség néhol a 30 mm-t is megközelítette.

<sup>4</sup>[http://met.hu/ismeret-tar/erdekesssegek\\_tanulmanyok/index.php?id=747&hir](http://met.hu/ismeret-tar/erdekesssegek_tanulmanyok/index.php?id=747&hir)

A meteorológiai helyzetről az alábbiakat olvashatjuk: „A május végi, június eleji időjárási helyzetet a 2002 augusztusában dunai árvizet (Homokiné, 2002) okozó időjárási képpel összevetve elmondható, hogy az alapszituáció hasonló volt; nagy kiterjedésű, sekély alacsony nyomású mezőben megerősödő ciklonális hullámhoz köthető folyamatok voltak jellemzők mindkét esetben (30–31. ábra). Az északról visszahajló meleg, nedves levegő 11 éve is főszerepet játszott; a magas északi szélességeig feljutott igen nedves levegő a hegygerince merőleges északias áramlással érkezett az Alpok fölé, jelentős orografikus csapadéktöbbletet eredményezve. 2002 augusztusában a kihullható vízmennyiség – a 2013-s 30 mm körüli értéknél magasabban – tartósan 35 mm felett alakult, ami nyilván hozzájárult egy-egy nap – a mostaninál – nagyobb csapadékához.”<sup>5</sup>

A Duna pusztító árvize Németországban, Ausztriában, Csehországban és Szlovákiában, Szerbiában is gondot okozott. Németországban Duna, az Elba, az Inn és több kisebb folyó is kilépett a medréből, a sokévi átlagot közel 80%-al meghaladó csapadék hatására. A Duna vízállása Németországban, Passaunál meghaladta 1501-ben regisztrált 12,20 méteres történelmi csúcst, és 12,89 méteren tetőzött. Itt folyik össze a Duna, az Inn és az Ilz, ami tovább nehezíti a város árvízi védelmét. Az Duna mellett Németországban, ebben az időben árhullám haladt le a Regen folyón, amely miatt Revesburgban utakat kellett lezárni és a töltésszakadástól való veszély miatt veszélyhelyzetet rendeltek el. Kritikus volt a helyzet a Lipcse környéki folyók esetén is. A Salle Jéna városában kilépett a medréből és a település stadionját öntötte el. Az Elba Dreznánál okozott elöntéseket, aminek a hatására a településen 600 főt kellett átmenetileg kiköltöztetni otthonából, míg Magdeburgnál a korábbi árvízcsúcsot 78 cm.-el megdöntő Elba 23000 fő kitelepítését okozta, míg Mühlbergben a 4500 fős lakosságra hasonló sors várt. A védelmi munkák végrehajtásába a hadsereg erőit is bevetették, melyben a hadsereg mintegy 1760 katonával vett részt.<sup>6</sup>

Csehországban szintén a május végi és június elejei esőzések okoztak áradásokat a Moldva és Elba folyók miatt. A kormány ebben az időszakban – hasonlóan Magyarországhoz – veszélyhelyzetet hirdetett ki. Prágában a Moldva miatt a Metró és az állatkertet is le kellett részlegesen zárni. Az árvízkarok mérséklése, illetve megelőző intézkedések sora történt Csehországban, ebben az időszakban, mint pl. A főváros melletti Rezben leállt az atomkutató intézet. Kólinban egy kórházból 110 beteget szállítottak biztonságosabb kórházba. Biztonsági okok miatt közel 150 áramelosztó állomást kapcsoltak le, amelynek hatására közel 2500 háztartás maradt szolgáltatás nélkül. Mint a térség egyéb országaiban a közlekedés volt az az

<sup>5</sup>[http://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=747&hir](http://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=747&hir)

<sup>6</sup> Padányi, J: Experience in the Use of Military Forces in Flood Protection, AARMS (2013)

infrastrukturális ágazat, amely leginkább kárt szenvedett ebben az időszakban. Természetesen, - mint a katasztrófavédelem fő feladataként meghatározott – az emberi élet védelme a legfontosabb feladat. Egyes híradások szerint, sajnos ebben az időszakban 11 fő vesztette az életét az áradásokhoz köthető veszélyhelyzetben. Az élet védelme érdekében tett intézkedések nyomán, Melnik nevű településről – ahol a Moldva és az Elba találkozik – 1500 fő kitelepítését rendelték el a hatóságok. Usti nad Labemben szintén kitelepítést kellett foganatosítani, ami 3700 főt érintett, annak ellenére, hogy gátszakadás nem történt. Az Elba ugyan több mint egy méterrel alacsonyabban tetőzött (10,7 m-en), mint a 2002.-es árvízszint volt (11,96 m). Ebben a régióban 11 ezer ember volt kénytelen elhagyni lakóhelyét, az infrastruktúrák közül pedig a közlekedés volt, ami a leginkább kitett volt az árvíznek. A híradások szerint Csehországban 700 települést érintett az áradás, melyben az anyagi kár megközelítette a 20 milliárd koronát.<sup>7</sup> Az országban több mint 14 000 tűzoltó és több száz katona vesz részt a védekezésben.

Ausztriában nagymértékű árvízi védekezést a Duna, az Inn és a Salzach mentén kellett végrehajtani. A 2002.-es árvíz után megindult Ausztriában az árvízi védművek fejlesztése, de a 2013.-as árvíz során, sok helyen akár egy métert közeli árvízi csúcs következett be. Így elöntések következtek be Linznél, ahol a Duna lépett ki medréből, Salzburgban ahol a Salzach folyó okozott árvízi elöntést, Felső-Ausztriában az Inn vidékén pedig mintegy kétszáz embert kellett kitelepíteni. A Duna melletti Krems folyón egy átázott földgát miatt négy településről kétezer embert készítettek fel a kitelepítésre. és ahol az elöntés megtörtént, ott a kitelepítés is megtörtént. csak ebben a térségben mintegy háromezer tűzoltó és ezer katona dolgozott az árvízi védekezésen.<sup>8</sup> Ugyan Bécsset nem fenyegette az elöntés veszélye, de Korneuburnnál a Duna magasabban tetőzött a 2002.-es 7,89 m-es értéknél. A heves esőzések miatt azonban nem csak a nagyobb folyók mentén volt veszélyhelyzet, hanem pl. Tirolban is, ahol nagy erővel dolgoztak a tűzoltók helyi patakok okozta elöntéseknél és földcsuszamlásoknál. Salzburg tartományhoz tartozó, pinzgaui térségben, két embert a földcsuszamlás sodort magával. A természet pusztító erejére jellemző, hogy az egyik személy egy olyan gazda volt, akit traktorjával együtt sodort el a lezúduló földtömeg, amikor meg akarta tisztítani a házához vezető bekötőutat. A térség vasárnap a földcsuszamlások és a vízátfolyások miatt közúton megközelíthetetlené vált. A térségben a folyók és patakok áradása mellett nagy gondot jelentett a tavak áradása is. Az állóvizek a lezúduló nagymennyiségű csapadék hatására felduzzadt patakok vizét nem tudták befogadni és áradást okoztak. Ez történt Felső-Ausztria

---

<sup>7</sup>[http://index.hu/belfold/2013/06/03/otven\\_eve\\_nem\\_tapasztalt\\_arviz\\_jon/](http://index.hu/belfold/2013/06/03/otven_eve_nem_tapasztalt_arviz_jon/)

<sup>8</sup> Padányi, J.: Hadseregek a katasztrófavédelemben, VÉDELEM (2007)

tartományban, ahol a hallstatti tó kilépett a medréből. Ebben az esetben az UNESCO világörökséghez tartozó kisváros, Hallsatt egy részét öntötte el a víz.

Szlovákia esetén a Duna 1032 cm-n tetőzött Pozsonynál. Kritikus pontként jelent meg a Morva és a Duna találkozása. Ebben az időszakban az öt dél-szlovákiai járás, a pozsonyi, a szenci, a dunaszerdahelyi, a komáromi járásokban, illetve az érsekújvári járás déli része volt érintett az árvízi védekezésben.

A nagy árvizek mellett fontos megemlíteni azokat lokális, egy-egy településre, járásra, megyére vagy régióra kiterjedő helyi vízkárokat, melyek hasonló kihívások elé állítják az itt élőket. A főbb különbséget a kiterjedés nagysága, illetve a lefolyás gyorsasága jelenti. Ide sorolható például a nyári esőzés következtében kialakuló, a hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadék hatására kialakuló villámárvíz, „flashflood” melynek angol neve egyre inkább a magyar terminológia részévé válik. Tavalyi évben villámárvízzel találkozhattunk pl. Lengyelország déli részén. Mszana Dolna község környékén a Raba és Mszanka folyókon található hat hidat is lerombolt a felduzzadt kisfolyó és a benne úszó, helyi fűrészmalomból származó gerendatömeg. A lakosság védelme érdekében a katonaság bevonása vált szükségessé, akik ideiglenes átkelőket építettek. A villámárvizekre jellemzően, mint ebben az esetben is, a védekezés munkálatait igen nehéz volt megszervezni, hiszen a víz pusztító hatása gyorsan kialakul, mire a védelmi munkák megindulhatnának, sok esetben már inkább a károk helyreállítása válik aktuálissá. A helyi lakosok a tűzoltók segítségével próbálták meg a kezdeti kárenyhítési munkálatokat elvégezni. A korai kárenyhítési időszakra jellemzően a házakban keletkezett károk csökkentése, az esetleges statikai vizsgálatok, az életveszélyt jelentő szerkezeti elemek visszabontása, az épületekben felgyülemlett vizek eltávolítása az elsődleges cél.

A 2014. augusztusi esőzések időszakából a híradások súlyos anyagi károkról komoly közlekedési, közüzemi károkról számoltak be Csehország több pontjáról is. Több nagyvárosban – köztük Prágában, Brünnben és Zlínben – a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű eső néhány órára gyakorlatilag megbénította a közlekedést. A városisodó környezet, településeink infrastrukturális kialakításai nincsenek felkészülve a klímaváltozás hatásai miatt kialakuló szélsőségek kezelésére. Ezért is fordulhat elő egy-egy lokálisan kialakuló árvízvédelmi helyzet. Az előzőekben említett városokban a felhőszakadás, a hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadék hatására a mélyebben fekvő területeken így alakulhattak ki elöntések, gondoljunk akár a Prágai metró három állomásának elöntésére, közösségi épületek alagsorainak elöntésére, melynek hatására gyors ütemben káosz alakul ki a közlekedésben, közösségi ellátásban, földalatti közművekben. Mint a prágai események is mutatták a közművek – ezekből is a

legsérülékenyebbek az elektromos ellátás, vízszolgáltatás – szintén erősen kitettek a víz pusztító hatásának. A hömpölygő víz, mely nagy tömegénél fogva nem képes irányítottan - a csatornahálózat befogadóképessége miatt, - és szabályozott körülmények között külterületre folyni, így sok esetben a felszínen, illetve a felszín alatti kimosódásokkal pusztítja az infrastruktúrát, melynek hatására alakulhatott ki Prága Michle nevű kerületében, hogy útbeszakadás történtetett, illetve megrongálódott a vízvezeték hálózat, mely miatt átmenetileg mintegy tízezer ember maradt ivóvíz nélkül.

Hasonló helyzettel kellett megküzdenie a lakosságnak az észak-morvaországi Prostějov és Sumperk városok környékén, ahol rövid időn belül kb. 70 milliméternyi csapadék hullott. A villámárvíz következtében megáradtak a térségben a helyi patakok, a falvakban több mint száz házat, gazdasági épületet öntött el a víz. Ebben az esetben a károk, melyet a villámárvíz okozott főleg a mezőgazdaságban jelentkeztek, ugyanakkor a Jeseníky-hegységben lezúduló csapadék miatt két nyári gyermektábor is veszélybe került. Chrudim mellett az életmentés jegyében, a víz miatt, szintén ki kellett menekíteni egy gyermektábort.

A tavalyi év legsúlyosabb a nagymennyiségű hirtelen lezúduló csapadékhöz köthető árvize Szerbiát, Bosznia Hercegovinát, Horvátországot, Ausztria déli területeit sújtotta. Bosznia Hercegovinában 2014. május elején az akkori híradások szerint három nap alatt három hónap csapadékmennyiségének megfelelő eső esett, amire legalább 120 éve nem volt példa. Ennek következtében elsődleges a vizek okozta veszélyeztetésre kellett hangsúlyt fektetni. Az áradások következtében több ezer ember volt kénytelen elhagyni otthonát.

Franciaországban 2014. szeptember végén okozott a hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadék helyi vízkárokat. Dél Franciaországban Montpellier térségére csapott le a vihar és alakultak ki áradások. Az elöntések lakóházakban, közlekedésben és egyéb infrastrukturális elemekben okozott károkat. A mentésben több mint 1500 tűzoltó és rendőr vett részt. Az elöntés miatt sokan kényszerültek a hatóságok által megnyitott befogadóhelyen éjszakázni. A pályaudvarok és a repülőtér is átmeneti szállásként szolgált ebben az időszakban egyrészt azon utasok részére, akik nem tudtak továbbutazni, hiszen a közösségi közlekedés is megbénult, másrészt pedig a közelben lakók részére. A lakosság ellátásába bevonták a Vöröskeresztet és a hadsereget is, akik fektető anyagot, élelmiszert és ivóvizet biztosítottak a befogadottak részére. A villámárvizekre jellemző módon a veszélyhelyzet pár nap alatt elmúlt.

A fent említett időjárási anomáliákon túl a villámárvizek kialakulását a terepviszonyok is nagyban segítik, általában hegy és dombvidéki területeken jellemzőek, gyors lefolyásúak, konvektív viharok (heves zivatarok, felhőszakadások) kísérőjelenségei. Ezen hirtelen lezúduló nagymennyiségű csapadék viszonylag rövid időn belül (akár 10 perctől néhány óráig terjedő



időintervallumban) nagy mennyiségű vízszállítást eredményez kis keresztmetszetben. Ebből a dinamizmusból adódik, hogy rövid idő alatt jelentős kárt okozhatnak az infrastruktúrában, épületekben és a mezőgazdasági termelésben is. Egyes becslések szerint a villámárvizek a következő évtizedek Európájában egyre nagyobb számban jelennek majd meg és ezáltal egyre nagyobb kihívást jelent az ellenük való védekezés, egyre inkább szükségessé válnak az árvízvédelemben alternatív, rövid ideig tartó, de hatékony védelmi megoldások kidolgozása. További kihívást jelent, hogy a villámárvizek előre jelezhetősége igen korlátozott. Kiváltó oka általában kis területre, egy lokálisan jelentkező, szélsőséges időjárási eseményhez köthető, mely kis vízgyűjtő területet, vagy városias környezetet érint, ahonnan a nagy mennyiségű csapadék gyors elvezetése nem megoldott. Ezen események jellemzően a tavaszi és nyári hónapokban fordulnak elő, kialakulását az alábbi tényezők segítik.

#### Természeti tényezők

Mint, talán a legnagyobb globális kihívást jelentő klímaváltozást érdemes kiemelni elsőként. Szakmai tanulmányok nagy száma jelzi és jósolja, hogy egyre gyakoribbak lehetnek azok a lokális szélsőségek, melyek közé sorolható az az extrém csapadékmennyiség, mely lokálisan és akár igen rövid idő alatt keletkezhet. Ehhez kapcsolható a hirtelen megjelenő nagy hóingadozás is, mely a téli hó mennyiség intenzív, gyors olvadását okozhatja.

A villámárvíz kialakulásának és pusztító hatásának esélyét növeli a terület geológiai jellemzője, földtani szerkezete. Amennyiben a vízgyűjtő területének kőzetrendje kevésbé engedi magába a csapadékot, ott a pusztítás mértéke természetesen nagyobb lesz. Ezek általában a magasabb agyagtartalmú vagy a vulkanikus kőzetek.

A terepi adottságok vizsgálatával is foglalkoznunk kell, mikor a villámárvíz kialakulásának kockázati szintjét szeretnénk meghatározni. A nagy lejtőszögű, élénkebb domborzat és felszín segíti a villámárvizek létrejöttét. Ilyenkor a völgyekben összehordódó víz annak alját kitölti, a patakok kilépnek medrükből. Míg a meredekebb területeken a patakok által szállított hordalék, illetve „új medervájt” okoz pusztítást.

A vizsgálatok során nem hagyhatjuk figyelmen kívül a felszín növényzettel borítottságának változásait sem. A felszínborítottság, a talajvastagság, a talaj fizikai jellemzői is mind befolyásolják egy terület „víz visszatartási” képességét. Esetenként viharok okoznak változást a növénytakaró állományában a korábban megszokottakhoz képest, melynek hatására kopár felszín, vékonyabb talajtakaró vagy tömörebb állagú talaj alakul ki, ahol gyorsabbá válik a lefolyás, ami növeli a villámárvíz kialakulásának kockázatát. Hasonló hatást kelt az ökoszisztémában beállt változás is. Jó példa erre a Magas-Tátra, ahol a 2004-es szélvihar

nyomán mintegy 12 ezer hektáron 5-600 ezer fa pusztult el, a fenyőfa állomány nagy része. A vihar pusztító hatása után a területen *Ips typographus* (betűző szű) invázió kezdődött, mely hosszú éveken át pusztította, pusztítja a megmaradt faállományt.

#### Társadalmi vagy emberi tényezők

Az emberi tényező, mely a villámárvíz kialakulására komoly kockázatot jelent – megkérdőjelezhetetlen. Egy-egy rossz döntés közvetett módon, de mégis hatással van villámárvíz pusztításának nagyságára. Az erdőirtások, a rossz erdőgazdálkodás okozta talajtakaró változás az előző pontban foglaltakhoz hasonlóan határozza meg villámárvíz pusztításának mértékét. A növényzet vízvisszatartó és árvíz-levezetést késleltető hatásának felszámolása komoly árvízi kockázatot generál.

Ehhez köthető a felszíni vízfolyások, vízelvezető rendszerek medrének karbantartottsága. Jóval nagyobb az olyan területeken a villámárvíz kialakulásának és pusztító hatásának kockázata, ahol a felszíni vízelvezetés nem képez egységes rendszert, a karbantartás nem történik meg, a keletkezés helyétől egészen a torkolatig nem egy felelős szervezet vállalja a teljes felelősséget a karbantartottság szavatolásáért. A felszíni vízelvezetéssel kapcsolatos jogkörök Európán belül, államonként változóak, nagyrészt megosztottak a tulajdonosok, önkormányzatok és állam között.

Azon területeken ahol jellemző a villámárvíz kialakulása, elmondható hogy a vízfolyások, patakok medreinek állapota az esetek nagyobb felében nem kielégítő. Elmondható, hogy az árvíz után részleges helyreállítás ugyan megtörténik, de a karbantartás sok esetben már elmarad, főleg a patakmeder tisztítása. Gyakran szűkül a keresztmetszet, hordalék vagy egyéb egyéni érdek miatt. Ilyenkor akár feltöltésre kerülhetnek mederkeresztmetszetek.

Ide kapcsolható az árterületek fokozott beépülése is. Gyakori a vízfolyások ártereire történő építkezés, ahogyan nőnek a városok, nő az urbanizáció. Amennyiben a helytelen vagy hiányos szabályozás miatt, „békeidőben” az ingatlanok és azok kerítései ráépülnek a patakmederre, tovább sújtják az egyébként is nehézkes helyi vízkár elleni védelem kialakítását. A téma vizsgálata során azt a tendenciát állapíthatjuk meg, hogy ahol az állam, illetve az önkormányzat nem lép fel erélyes szabályozókkal ott lakosok olyan területek is meggondolatlanul birtokba vesznek, ahol a víz pusztító hatásával számolni kellene. Sok esetben pedig ezen „ingatlanfejlesztések, beépítések” az árvízvédelmi munkálatoknak is gátat jelentenek.

Civilizációs problémaként jelenik meg Európában, - főleg a felzárkózó államokban - az árvízvédelmi berendezések eltulajdonítása, rongálása. Az egyén érdekei, a lebukástól való

félelem illetve a büntetés mértéke együttesen határozzák meg mekkora mértékű lesz az árvízvédelmi műszaki zárukban okozott kár mértéke, mekkorává duzzadhat az a kárérték, amit ezen eszközök hiánya, vagy működésképtelensége okozhat.

### *Összegzés*

Napjaink klímaváltozásához kötődően az Európai Unió területén is számolnunk kell a vizek által okozott károk számának növekedésével. A csapadékeloszlás illetve annak intenzitása, a csapadék formájának változása, az időjárási extrémítás mind az árvízi, belvízi, illetve aszályos időszakok kockázatának növekedését jelzi számunkra. Az elmúlt időszakok nagy árvizei rámutattak arra, hogy nem elég csak töltésekkel, dámokkal védvonalakat kiépíteni, hanem a vizek elleni védelmet komplex módon, európai közös tevékenységként kell kezelnünk. Az Európai Unió megalkotta az Európai Parlament és a Tanács árvízi kockázatok felméréséről értékeléséről és kezeléséről szóló irányelvét, mely keretet ad a nemzetállamoknak az árvízi védekezés feladatainak végrehajtásához. E mellett természetesen tovább működnek azok a két és többoldalú nemzetközi szerződések, melyek a figyelő, riasztó és tájékoztató rendszerek működtetését szabályozzák. Szintén az elmúlt néhány év tapasztalatai közé tartozik az a nemzetközi segítségnyújtási tevékenység, ami akár a 2013-as dunai, akár a 2014-es dél európai árvizeket övezte.

A nagy folyami árvizek mellett az elmúlt időszak rámutatott a helyi vízkárral fenyegető lokális elöntések problematikájára is. A nemzetállamoknak ezen a téren szintén sok fejleszteni valója van. A hirtelen elzúduló nagy mennyiségű csapadék hatására, illetve a gyors hóolvadás hatására létrejönnek olyan elöntések, melyek elleni védelem a viszonylagosan gyors lefolyás miatt nehézkes. Ebben az esetben is a megelőzésre kell helyezni a fő hangsúlyt, melynek anyagi forrásainak előteremtését nem szabad csak a veszélyeztetett közösségtől remélni. Fontos a lakosság felkészítése az önvédelemre annak érdekében, hogy megismerjék azokat a korszerű árvízvédelmi eszközöket, technikákat, amivel saját anyagi értékeiket megvédhetik, csökkenthetik kitettségüket az infrastrukturális elemektől; olyan szabályzók megalkotása, mely az árterületek beépítettségét kellően szabályozza; a különböző árvízvédelmi rendszerek kiépítése és azok folyamatos karbantartása (pl. záportározók, mederkarbantartások); a helyi erők szakfelszerelésekkel és kezdő árvízvédelmi készletekkel történő felszerelése, kiképzése, hogy csak néhány példát említsünk. A katasztrófavédelem erői mellett a Magyar Honvédség részvétele is jelentős, melyet az elmúlt néhány évtized árvízi védekezésében vállalt és végrehajtott feladataik jól mutatnak.

Ezen feladatok megvalósulása komoly költségvetési források bevonását igényli az Uniótól egészen az egyén szintjéig. A veszélyhelyzet kockázati szintje és annak elhárítására fordított összeg azonban összhangban kell, hogy álljon a védekezés hasznával, azaz az elkerült kár nagyságával, melyet emberi élet elvesztése esetén nagyon nehéz meghatározni.

#### *Felhasznált irodalom*

1. Európai Bizottság A vízügyi keretirányelv és az árvízvédelmi irányelv: az uniós vizek jó állapotának elérésére és az árvíz kockázat csökkentésére irányuló fellépések 2015.03.09. <http://vgt.kornyezetvedok.hu/COM-2015-120-FIN-HU-pdf>. (2015.08.18)
2. Európa Parlament Info Árvíz károk ellen együttműködés, riasztórendszer és kockázati tervek, url: <http://europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSIGML+IMPRESS>
3. Homokiné Ujváry Katalin: Történelmi árvíz a Dunán - 2013. június [http://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=747&hir=Tortenelmi\\_arviz\\_a\\_Dunan\\_-\\_2013.\\_junius](http://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=747&hir=Tortenelmi_arviz_a_Dunan_-_2013._junius) (2015.09.10.)
4. <https://www.google.hu/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=bevezet%C3%A9s%20az%20C3%A1rv%C3%ADzv%C3%A9delembe> (2015.09.12)
5. <http://hu.euronews.com/2014/09/30/del-franciaorszag-komoly-karokat-okozott-az-iteletido-es-az-arviz>
6. <http://www.hirek.sk/itthon/20150924161125/Tizenhet-del-szlovakiai-telepules-kapott-uj-arvizvedelmi-berendezeseket.html>
7. <http://www.hochwasserzentralen.de/>
8. <http://www.maszol.ro/index.php/kulfold/33356-csehorszagot-is-arviz-sujtotta>
9. [http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index\\_region.php?rid=3](http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3) (2015.09.14.)
10. Koncsos László Árvízvédelem és stratégia, [http://mta.hu/data/strategiai\\_konyvek/viz/viz\\_net.pdf](http://mta.hu/data/strategiai_konyvek/viz/viz_net.pdf) (2015.09.05)
11. Magyar Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási- És Vízépítési Tagozata: Módszertani segédlet a települési vízkár-elhárítási tervek készítéséhez, Budapest, 2015
12. MTA és a ELTE Meteorológiai Tanszéke Klímaváltozás-2011 Budapest, 2011. <http://nimbus.elte.hu/~klimakonyv/Klimavaltozas-2011.pdf> (2015.09.12)
13. Padányi József: Experience in the Use of Military Forces in Flood Protection, ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY SCIENCE 12:(1) pp. 59-66. (2013)
14. Padányi József: Hadseregek a katasztrófavédelemben, Védelem - Katasztrófa- Tűz- és Polgári Védelmi Szemle 1: p. 8. (2007)
15. Wikipedia the Free Encyclopedia 2013-as közép-európai áradások, (online), url: [https://hu.wikipedia.org/wiki/2013-as\\_k%C3%B6z%C3%A9p-eur%C3%B3pai\\_%C3%A1rad%C3%A1sok#cite\\_note-18](https://hu.wikipedia.org/wiki/2013-as_k%C3%B6z%C3%A9p-eur%C3%B3pai_%C3%A1rad%C3%A1sok#cite_note-18) (2015.09.10)

## ***Berek Tamás: A víz, mint környezeti erőforrás a Kárpát-medencében, vízbázisok, vízbiztonság<sup>1</sup>***

### *Bevezetés*

Az EU Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról rávilágít az ivóvízellátás egyik fő problémájára, nevezetesen, hogy „a Közösségben egyre növekvő igény mutatkozik meg a kielégítő mennyiségű, jó minőségű ivóvíz iránt minden felhasználási területen.

Az új típusú biztonsági kihívások megjelenésével a konfliktusok természete megváltozott, államok közötti konfliktusok helyett az államokon belüli konfliktusok kerültek előtérbe. A víz, mint erőforrás védelme, a vízbiztonság fenntartása napjainkban az államok egyik elsődleges feladatává vált.<sup>2</sup>

Hazánkban a kisvízfolyásokon tározás nélkül gyakorlatilag nem lesz felhasználható készlet a nyári időszakban, ugyanakkor a tározás egyébként sem kedvező hidrológiai feltételei romlanak. Jelentősen növekedhet az öntözés és a halastavak vízigénye. Tovább nehezül az egyébként kívánatos öntözéses gazdálkodásra való átállás. Az Alföldön a hasznosítható felszín alatti vízkészletek akár 50%-kal csökkenhetnek, ami az ivóvízellátást is veszélyezteti, illetve ha a felszín alatti vizekből történő ivóvízellátás prioritása megmarad, akkor egyéb igények kielégítésére nagy területeken nem lesz lehetőség.<sup>3</sup>

### *Vízkészletek, vízigények*

A megújuló vízkészlet a hidrológiai körforgás eredménye. Ez olyan óriási desztillációs folyamat, amelyet a Nap energiája hajt. A párolgás által a legkörbe lépő vízgőz mennyisége – az anyagforgalom jellemzője – valamivel 400 000 km<sup>3</sup>/év feletti, azaz két nagyságrenddel alacsonyabb érték, mint az édesvízkészlet.<sup>4</sup>

Magyarország a Föld egyik legzártabb medencéjének a legmélyén helyezkedik el, ahova a vizek három irányból érkeznek, és délre távoznak.<sup>5</sup>

---

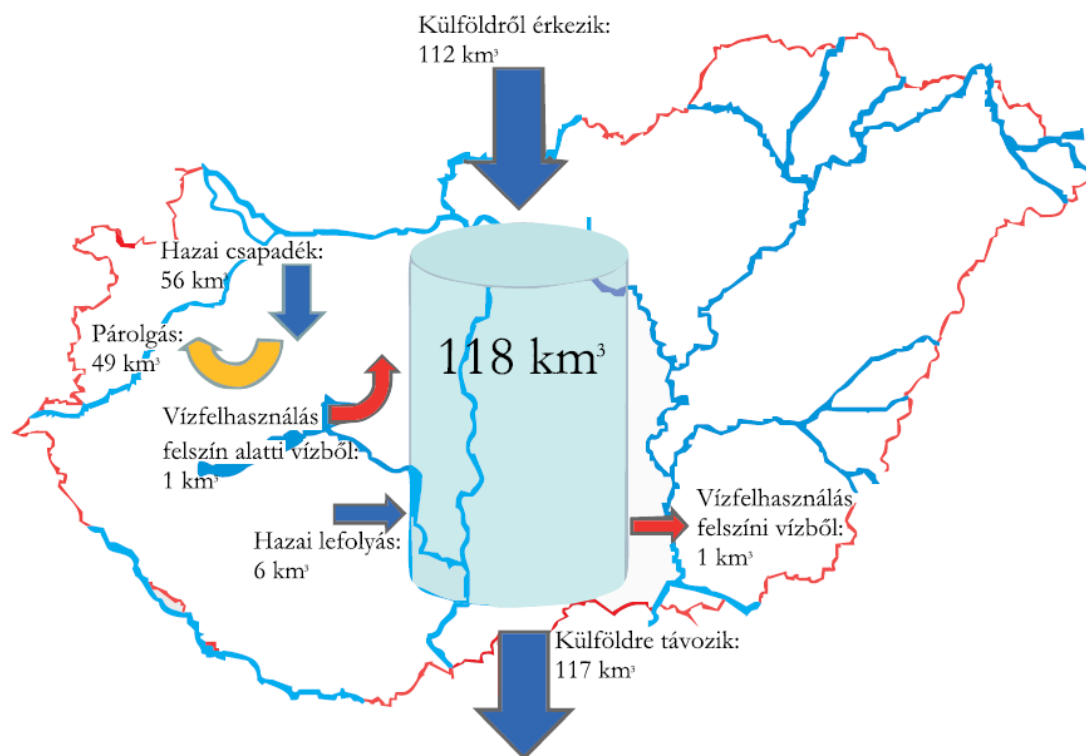
<sup>1</sup> „A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup>Havasi Eszter: A vízhiány szerepe a nemzetközi konfliktusokban Biztonságpolitikai Szemle 2011 Január – Február 4. évf. 1. Sz

<sup>3</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

<sup>4</sup>Halász László- Földi László: Környezetbiztonság Budapest: Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2014. (ISBN:978-615-5305-97-9)

<sup>5</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011



1. ábra: Hosszú távú országos vízmérleg (Somlyódy)<sup>6</sup>

Az adatokból kiderül, hogy jelentős mennyiségű csapadékvízzel is számolni lehet még akkor is, ha annak eloszlása nem egyenletes. Ennek fényében vízgazdálkodás jelentősége nagyban felértékelődik, különösen a mezőgazdasági termelés vízigényét figyelembe véve. Figyelemre méltó ugyanakkor a párolgás mértéke is. A hasznosítható vízkészlet mennyiségét befolyásoló tényező a lefolyás változékonysága is, ugyanakkor alvízi helyzetünk bizonyos mértékben kiszolgáltatottá tesz minket, mind a vízhozamot, mind pedig a vízszennyezést tekintve.

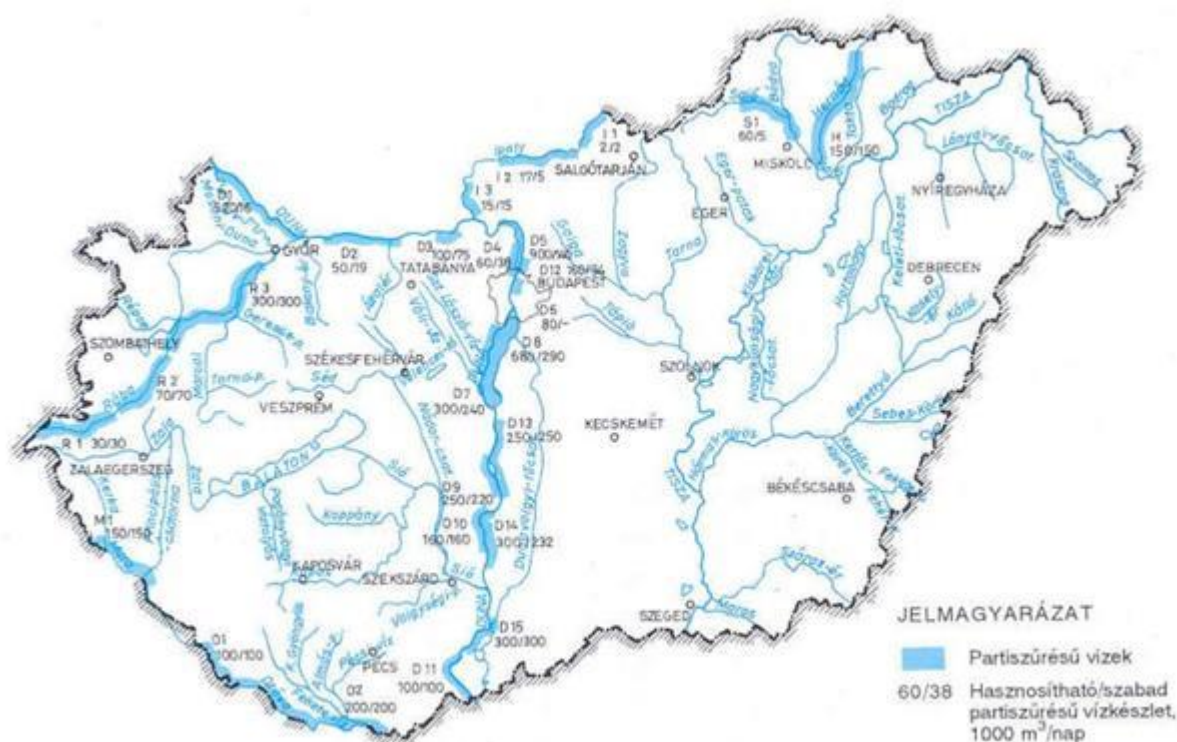
A mezőgazdasági vízigényt tekintve elmondható, hogy ország egyes részein a növénytermesztés szinte állandó vízhiánnyal küszködik és öntözőcsatornák, illetve a felszín alatti vízkészletek igénybevételel öntözésre kényszerül. Ez alapvetően beruházás-igényes és nagyban emeli a termelési költségeket még akkor is, ha a termelékenységre és a termés minőségére egyaránt pozitív hatást gyakorol.

A korlátozott hozzáférés a felszín feletti vízkészletekhez, valamint a víz mesterséges szállításának nehézségei azt eredményezik, hogy a vízhiányos mezőgazdasági termőterületeken a felszín alatti vízkészletek hasznosítása irányába fordulnak, ami költséghatékonysági szempontból érthető, különösen, ha figyelembe vesszük azt, hogy országunk számos térségében ez az egyetlen lehetőség kínálkozik.

<sup>6</sup> uo. 17.old.

A vízkivétel intenzitásának vizsgálata az Alföldön igazolta azonban, hogy a vízadó rétegek között átjárhatóság van és a kutatások kimutatták a vízkivétellel járó talajvízcsökkenést (Szanyi 2004.), ami hatással bír az ökoszisztémákra.

Hazánkban a közüzemi ivóvízellátás víztermelő létesítményei által felhasznált víz mintegy 40%-a parti szűrésű kutakból kinyert víz. A parti szűrésű vízkészlet 3,6 millió m<sup>3</sup>/napra becsülhető. A vízbázis azonban a helyzete miatt sérülékeny, fokozott védelemre szorul. A kitermelt víz ugyanis elsősorban a vízfolyásból pótlódik, és ez jelentősen befolyásolja a parti szűrésű kutak ivóvíz-minőségét, különösen alacsony vízállás esetén, mert a vízutánpótlás ilyenkor a nagyobb nitrát tartalmú talajvízből történik.<sup>7</sup>



2. ábra: A parti szűrésű vizek Magyarországon<sup>8</sup>

Figyelembe véve a klímaváltozás felszín feletti vízkészleteket érintő hatásait, valamint a mezőgazdasági termelés vízigényét befolyásoló hatásait elmondható, hogy a jövőben lesznek olyan területek, ahol a növénytermesztés ágazat fenntartása öntözés nélkül lehetetlenné válik.

<sup>7</sup>Pregun Csaba-Juhász Csaba: Vízminőségvédelem Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet ISBN: 978-615-5138-34-8

[http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/az\\_eurpai\\_vz\\_keretirnyelv\\_bemutatsa.html](http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/az_eurpai_vz_keretirnyelv_bemutatsa.html)

<sup>8</sup> ÁBK SZ Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet Nonprofit Közhasznú Társaság információs honlapja <http://www.aquadocinter.hu>

Az éghajlatváltozás felszín alatti vízkészletre gyakorolt hatása lehet a beszivárgó víz mennyiségének csökkenése révén annak megcsappanása, ami az Alföldi kihasználtságot tekintve veszélyt jelenthet az ivóvízellátás szempontjából is.<sup>9</sup>

#### *Kockázatok, veszélyek, fenyegetések*

A felszíni vizek számára az ipari eredetű veszélyes anyagok pontszerű forrásai a szigorodó szabályozás miatt vízminőségi kockázatot alig okoznak. A felszín alatti vizek esetében a településeken és a korábbi iparterületeken jelenthetnek kockázatot nem megfelelően kialakított hulladéklerakók.<sup>10</sup>

A veszélyes anyagok csoportjába tartozó szennyezők jellemző diffúz forrásai továbbá a belterületek és a közlekedési úthálózat. A nyersvíz mikrobiológiai, kémiai, fizikai szennyezését eredményezheti azonban havária helyzet, vagy akár szabotázs is.

Az ivóvízbázisok védelme szempontjából fontos meghatározni azokat a tényezőket is, melyek normál – szabályozott – körülmények között ugyan nem fenyegetik közvetlenül a vízbázis biztonságát, azonban a közvetett vízgyűjtő területet tekintve figyelembe véve azokon a területeken történő felhalmozódásuk lehetőségét hosszú távon veszélyforrássá válhatnak. Ezek tipikusan nem rontják rövidtávon a vízminőséget, nagyobb időléptékkal azonban jövőbeni behatásuk károsan befolyásolhatja a vízminőséget. A vízbázisok körzetében végzett mezőgazdasági tevékenység ilyen tényező.<sup>11</sup>

A felszín alatti víztesteket leginkább fenyegető tényező a főleg mezőgazdasági eredetű diffúz eredetű nitrátszennyezés. A vízbázisok védelmét tekintve az EU Tanács (91/676/EGK), a vizek mezőgazdasági eredetű nitrátszennyezéssel szembeni védelmével foglalkozó irányelve – melynek célja a mezőgazdasági forrásokból származó nitrátok által közvetlenül okozott vagy indukált vízszennyezés csökkentése – kifejti, hogy szükséges a mezőgazdasági forrásokból származó nitrátok által okozott vízszennyezés csökkentése és megelőzése érdekében meghozni azon intézkedéseket, melyek szabályozzák a nitrogénvegyületeket tartalmazó termékek felhasználását, és biztosítják a helyes talajgazdálkodási gyakorlatot. A dokumentum rávilágít arra, hogy, bármely tagállamban bekövetkező vízszennyezés kihathat más tagállamok vizeinek állapotára is, így közösségi szintű intézkedéseket kell hozni a veszélyeztetett vízgyűjtő területek

---

<sup>9</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

<sup>10</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

<sup>11</sup>Managing the Quality of Drinking-water Sources in Protecting Groundwater for Health Edited by Oliver Schmoll, Guy Howard, John Chilton and Ingrid Chorus, WHO 2006.



védelmének biztosítása érdekében. A hatékony védelmi stratégia kidolgozása érdekében a tagállamoknak ki kell jelölniük a veszélyeztetett területeket, valamint cselekvési programot kell kialakítaniuk a nitrogénvegyületektől származó vízszennyezés csökkentése érdekében. A mezőgazdaság által okozott lényeges szennyeződések közé kell számítani a művelt területekről kimosódó peszticideket is.

A felmérések azt mutatják, hogy kisvízfolyásaink medrének közvetlen közelében – a teljes hossz mintegy felében – szántóföldek találhatók, ahonnan a természetes védőzónák hiányában a tápanyagok gyakorlatilag visszatartás nélkül közvetlenül a mederbe jutnak. A szennyezések további elemzése azt mutatja, hogy közel 100 vízfolyásszakasz (11%) vízminőségét befolyásolják kedvezőtlenül a halastavakból leeresztett, tápanyagban és szerves anyagban gazdag vizek.<sup>12</sup>

Vizeink minősége nagymértékben függ az országhatáron túli hatásoktól. A veszélyes anyagokhoz kötődő vízminőségi problémákat alapvetően az országhatáron túlról (jellemzően Ukrajnából és Romániából) belépő víz nehézfém-szennyezettsége befolyásolja (Tisza, Szamos, Kraszna, Túr és a Körösök).<sup>13</sup>

Az ivóvíz megfelelő minőségének biztosítása érdekében EU Parlament és a Tanács 98/83/EK irányelve szükségesnek tartja a megfelelő vízvédelmi intézkedések foganatosítását a felszíni és felszín alatti vizek vonatkozásában. Ezek némelyike közvetlenül kapcsolódik a vízszolgáltatáshoz, ugyanakkor látókörbe kerülnek olyan, a vízellátás hosszú távú környezetbiztonsági kockázatait csökkentését és a vízbázisok védelmét célzó határozatok, mint például a vizek mezőgazdasági eredetű nitrát-szennyezéssel szembeni védelméről szóló 91/676/EGK, melynek érvényesítése a szennyezés kockázatával járó tevékenység korlátozásával járul hozzá a vízvédelemhez.

A biztonságot veszélyeztető események és helyzetek átfogó kezelésének protokollját meghatározó program kialakítása mellett szükséges a lakossági ivóvízellátás biztonsága érdekében a vízbázisok védelmének és a vízgazdálkodási létesítmény védelmének tervezésekor és kialakításakor a rendszerszemléletű megközelítés.

Annak érdekében, hogy a vízszolgáltató társaságok teljesíteni tudják az ivóvízzel kapcsolatos minőségi előírásokat, megfelelő vízvédelmi intézkedéseket kell foganatosítani a

---

<sup>12</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

<sup>13</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

felszíni és felszín alatti vizek tisztaságának megőrzése érdekében, illetve a szolgáltatás előtt alkalmazni kell megfelelő vízkezelési eljárásokat.

A vízgyűjtő területek, vízbázisok védelme és a vízgazdálkodási komplexum védelme mellett a lakossági ivóvízellátás biztonsága érdekében szükséges olyan, a biztonságot veszélyeztető események és helyzetek átfogó kezelésének protokollját meghatározó program kialakítása azon események megelőzése vagy hatásának csökkentése céljából, amelyek következtében a víz balesetszerűen szennyeződhet.

Az ivóvízbázis-védelem célja az emberi tevékenységből származó szennyezések megelőzése, a természetes (jó) vízminőség megőrzése. 1995-ben kormányprogram indult az ivóvízellátást szolgáló sérülékeny környezetű üzemelő vízbázisok védelmére, védőterületek kijelölésére. Ennek jogszabályi alapját „a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről” alkotott 123/1997.(VII. 18.) Korm. rendelet adja meg.

A védelem kialakítása szempontjából meg kell határozni a fenyegetések körét. A kockázatok tekintetében számítani kell:

- természeti eredetű veszélyekre, melyek az emberi tevékenységtől függetlenül, a természet erőinek hatására, elemi csapásként fordulnak elő;
- civilizációs, illetve technológiai veszélyekre, melyek az emberi tevékenységgel összefüggésben, helytelen emberi beavatkozás, mulasztás, figyelmetlenség, vagy technikai, tervezési hibák hatására következnek be;
- szándékos, illetve ártó jellegű cselekményekkel, tevékenységekkel összefüggő veszélyekre.

2012. decemberében az Országgyűlés elfogadta a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló (2012. évi CLXVI.) törvényt, melynek 1. sz. melléklete kitér a víz aláágazatra az alábbi illusztráció szerinti felosztásban.



3. ábra: A víz, mint kritikus infrastruktúra ágazat és alágazatai (forrás: 2012. évi CLXVI. tv. a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. sz. melléklete alapján szerk.: Berek)<sup>14</sup>

Az európai létfontosságú rendszerelem vagy a nemzeti létfontosságú rendszerelem üzemeltetője ki kell, hogy dolgozza az ágazati hatóság által meghatározott tartalmi és formai követelmények szerinti üzemeltetői biztonsági tervet, melyben meg kell jelölni a létfontosságú rendszerelemeket és azt a szervezeti és eszközrendszert, amely biztosítja azok védelmét kitérve azokra a biztonsági intézkedésekre, amelyek biztosítják a létfontosságú rendszerelem védelmét.

15

A jó minőségű ivóvíz biztosítása érdekében kidolgozott intézkedéssorozatot a vízbiztonsági terv foglalja keretbe, melynek fő feladata a vízellátás minőségirányítása mellett a folyamat védelmének biztosítása. Ennek érdekében az ellátási folyamat teljes vertikumának feltárása, veszélyanalízis és kockázatértékelés, a kritikus ellenőrzési pontok meghatározása, valamint eseménykezelési és vészhelyzet-kezelési intézkedésterv kell, hogy kidolgozásra kerüljön.

#### *Az ivóvízbiztonság elvei, vízbiztonsági tervezés*

Annak ellenére, hogy a hivatalos adatok szerint az ivóvíz ellátottság hazánkban teljes körű, jelenleg a lakosság mintegy 40%-a él olyan településen, ahol az ivóvíz minősége

<sup>14</sup>Berek Tamás - Rácz László István: Vízbázis mint nemzeti létfontosságú rendszerelem védelme Hadmérnök VIII. Évfolyam 2. szám - 2013. június ISSN1788-1919 [http://www.hadmernok.hu/132\\_11\\_berekt\\_rli.pdf](http://www.hadmernok.hu/132_11_berekt_rli.pdf)

<sup>15</sup>2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről

valamilyen szempontból kifogásolható. Az üledék, a talaj és a talajvíz elszennyeződése következtében a beavatkozások hatásai csak késleltetéssel jelentkeznek.<sup>16</sup>

A WHO ivóvíz irányelve kiemeli, hogy a vízellátási lánc felvázolása során ki kell térni a vízbázis hidrogeológiai jellemzésére is. A hidrogeológiai elemzés igen fontos segítséget jelenthet a víznyerő-hely körültekintő megválasztása során, például az esetleges arzén szennyeződés elkerülése érdekében amely – mint a felszín alatti vizek jelentős szennyezője - geológiai eredetű, így elsődleges szabályozás a megelőzés jegyében a vízbázisok helyes kiválasztása lehet.

Az ivóvízbázisok védelme szempontjából tehát fontos meghatározni azokat a tényezőket, melyek normál – szabályozott – körülmények között ugyan nem fenyegetik közvetlenül a vízbázis biztonságát, azonban a közvetett vízgyűjtő területet tekintve figyelembe véve azokon a területeken történő felhalmozódásuk lehetőségét hosszú távon veszélyforrássá válhatnak. Ezek tipikusan nem rontják rövidtávon a vízminőséget, nagyobb időléptékkel azonban jövőbeni behatásuk károsan befolyásolhatja a vízminőséget. A vízbázisok körzetében végzett mezőgazdasági tevékenység tipikusan ilyen tényező.<sup>17</sup>

A vizek mennyisége és minősége között szoros összefüggés van. A vízkivétel, akár ivóvízellátást, akár egyéb célt szolgál, nemcsak a készlet mennyiségét csökkenti, de befolyásolja a víztestben maradó víz minőségét a hígítóképesség csökkentése folytán.<sup>18</sup>

Jelentős kémiai veszélyforrást jelent a közlekedési eredetű és más ipari háttérszennyezés megjelenése a vízben a vízbázis védőterületén jelenlevő szennyező-források kibocsátása következtében. Ugyanakkor a nyersvíz mikrobiológiai, kémiai, fizikai szennyeződésének növekedése történhet meg havária helyzet, vagy akár szabotázs következtében is.

Az EU Tanácsa irányelve (98/83/EK) felhívja a figyelmet arra, hogy a tagállamok tegyenek meg minden szükséges intézkedést az emberi fogyasztásra szánt víz minőségének rendszeres ellenőrzésének biztosítására, kitérve arra, hogy a mintákat olyan módon kell venni, hogy azok az egész év során fogyasztott víz minőségét reprezentatív módon jellemezzék.<sup>19</sup>

Az alapvető technikai problémát azonban az jelenti, hogy az EU irányelv (98/83/EK) a meghatározott minőségi paramétereknek történő megfelelés helyét illetően az elosztó

---

<sup>16</sup>Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglalás in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

<sup>17</sup>Managing the Quality of Drinking-water Sources in Protecting Groundwater for Health Edited by Oliver Schmoll, Guy Howard, John Chilton and Ingrid Chorus, WHO 2006.

<sup>18</sup>Földi László - Halász László: Környezetbiztonság (Environmental security), Complex Kiadó 2009. Budapest, ISBN: 978-963-295-020-4

<sup>19</sup>A Tanács 1998. november 3-i 98/83/EK irányelve az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről

hálózatból szolgáltatott víz esetén a létesítményen belül azt a pontot jelöli meg, ahol az ivóvíz az emberi fogyasztás céljára történő vízkivételre használt csapból kilép.

Amíg a lakosság ivóvízzel történő ellátását egy adott településen vagy régióban közüzemi szolgáltatók biztosítják, addig egyes speciális (arzénnal szennyezett) területeken, a Magyar Honvédség alegységei végzik ezt, ami sajátos része a műveletek támogatási feladatainak is. A kitermelt víz minőségének ellenőrzésébe ekkor be kell vonni az egészségügyi szolgálatot is.<sup>20</sup>

Az Európai Unió Tanácsának (98/83/EK) irányelve leszögezi, hogy minőségromlás esetén az összes egészséggel közvetlenül kapcsolatos és egyéb paramétereknek való megfelelés érdekében átfogó intézkedésekre van szükség.

Az ivóvízellátás biztonsága érdekében a vízellátási folyamatba épített megfelelő ellenőrzési intézkedések mellett kiemelt figyelmet kell fordítani számos további olyan járulékos tevékenység biztonságának biztosítására, melyekre szükség van annak érdekében, hogy az ivóvíz minőségében biztosak legyünk.

A vízbiztonsági terv készítésekor meg kell határozni a vízfelhasználás célját annak érdekében, hogy a vízminőségi követelményeknek megfelelően kerüljön kialakításra a terv. Elsődleges feladat a rendszer részletes leírása, melyet követően kerülhet sor a veszélyelemzésre az összes lehetséges veszélyforrás beazonosításával. A veszélyanalízis végrehajtásakor lényeges az ivóvízellátás biztonságát fenyegető tényleges veszélyforrások mellett feltárni azokat a lehetséges eseményeket, tevékenységeket, melyek az ivóvíz elszennyeződéséhez vezethetnek. A vízellátás biztonságát fenyegető tényezők leírása és osztályozása lehetővé teszi azok bekövetkezési valószínűségük alapján történő kategorizálásukat az értékelés szempontjából. Természetesen nem csupán esemény-jellegű veszélyes behatások számbavétele, hanem a hosszabb távon hatással bíró folyamatok felmérése is igen lényeges az ivóvízellátás biztonsága szempontjából.

A kockázatértékelés folyamata arra kell, hogy irányuljon, hogy az ivóvíz biztonságát érintő kedvezőtlen hatások valószínűségét meghatározza abból a szempontból, hogy milyen kockázati forrásoknak vannak kitéve.

A vízbiztonsági tervnek tartalmaznia kell a vészhelyzeti intézkedéseket, melyekben ki kell térni a veszélyhelyzetre utaló helyzetek leírására, a veszély értékelésére, az elvégzendő feladatokra adott beosztásokhoz kötötten. Az intézkedési szabályzatokat úgy kell kialakítani, hogy azok segítségével egyaránt kezelhetők legyenek az ivóvíz-szolgáltató rendszer

---

<sup>20</sup> Padányi József – Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése, Katonai Logisztika 2005. 2. szám

üzemeltetés során bekövetkező hatásaiból származó-, és a vízellátás biztonságát veszélyeztető külső hatások, helyzetek. Az intézkedési rendszernek biztosítani kell az események kezelése utáni felülvizsgálatát a szabályzatoknak és az ivóvíz-előállítási folyamatoknak egyaránt a szükséges módosítások végrehajtása érdekében.

Az ivóvíz-előállítási folyamatot és annak részelemeit validálni kell a vízbiztonsági terv szabályozási intézkedéseinek bevezetése után és a későbbi egyes változtatásokat követően.

A vízbiztonsági terv olyan hatékony intézkedéssorozat kell, hogy legyen, amely képes szavatolni az ivóvízellátás biztonságát a vízkitermeléstől a lakossági hálózathoz táplálásig, és így az ivóvízellátás minőségirányításának hatékony eszköze lehet.

Az ivóvíz-ellátási folyamat teljes vertikumának feltárásával a kritikus ellenőrzési pontok veszélyanalízis és kockázatértékelés alapján történő kijelölésével, valamint a hatékony eseménykezelési és vészhelyzet-kezelési komponensével az ivóvíz minőségének biztosításán túlmenően a vízbiztonsági terv hivatott kifejezni ugyanakkor az ivóvíz szolgáltató elkötelezettségét az ivóvízellátás biztonságának – azaz veszélymentes állapotának – megőrzése mellett.<sup>21</sup>

### *Összegzés*

Az ivóvízellátás az Alföldön olyan felszín alatti készleteken alapul, amelyek kihasználtsága már ma is 100% körüli. Az éghajlatváltozás miatt a hasznosítható vízkészlet 2050-re egyes alföldi régiókban 50%-ot is meghaladó mértékben csökkenhet tehát az ivóvízellátásra is alig lesz elegendő.<sup>22</sup>

Az energetikai válságjelenségek szintén előrevetítik a víz fokozott szükségét. Mind az energiaalapanyag-termelésben, mind pedig az energetikai iparban. A biomassza termelése felé várakozással fordulnak világszerte, azonban a gazdaságos energetikai célú biomassza előállítása öntözést és ezzel növekvő mértékű vízfelhasználást von maga után. Az energiatermelésben egyre nagyobb jelentősége van a lokális természeti erőforrások kihasználásának. A víz jelenléte szinte minden kistérségben meghatározza a helyi alternatív energetikai üzemszervezet kiépítését.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv szerepe az ivóvízellátás biztonsági rendszerében HADMÉRNÖK 7:(3) pp. 14-25. (2012)

<sup>22</sup> Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összefoglaló in Köztisztviselői Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

<sup>23</sup> Glatz Ferenc: Vízgazdálkodás a Kárpát-Medencében Vezetői összefoglaló MTA Társadalomkutató Központ [http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07\\_Vizgazdalkodas.pdf](http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07_Vizgazdalkodas.pdf), letöltés: 2015-09-25

A klímaváltozás Kárpát-medencében tapasztalható hatásairól azt szűrhetjük le, hogy növekszik a térség mediterrán jellege, ami a fokozatos felmelegedésben, valamint a csökkenő mennyiségű átlagos csapadékban fog megmutatkozni. A növekvő szélsőségek az árvizek esetében korai árhullámokat, nagyobb csúcsokat eredményezhet, ami gyorsabb lefolyással fog párosulni. Ugyanakkor gyakrabban alakulnak ki extrém alacsony vízszintek, kiszáradások. Ennek következtében kisebb lesz a hasznosítható vízkészlet. A kisebb mederbeli lefolyás romló vízminőséget és lassabban feltöltött tározókat eredményez, csökkenhet az öntözővíz-készletünk és a halastavi vízkészletünk, a növekvő tartózkodási idő a tározókban pedig további vízminőség romlást indukálhat.<sup>24</sup>

A víztermelés fázisában algák, baktériumok, patogén mikroorganizmusok víztérbe kerülése következhet be árvíz esetén a parti szűrőű kutak esetében, ugyanakkor az alacsony vízállás esetében is kedvezőtlenül változik meg a nyersvíz minősége.<sup>25</sup>

A pontszerű szennyezések tisztítással történő szabályozásával világszerte a csapadék által a földről, városi burkolt útfelületekről lemosott ún. diffúz szennyezések válnak dominánsokká. Szintetikus szteroidokat széles körben alkalmaz a gyógyszeripar. Ezek ellenőrizetlen módon, jelentős mennyiségben jutnak a szennyvizekbe. Többségükre a hagyományos víz- és szennyvíztisztítási módszerek nem megfelelőek.<sup>26</sup>

Az EU Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról kinyilatkoztatja, hogy az Európai Közösség vizei egyre nagyobb terhelésnek vannak kitéve, ugyanakkor minden felhasználási területen folyamatosan növekszik az igény a kielégítő mennyiségű, jó minőségű víz iránt. Globális szemlélettel megközelítve a területet elmondható, hogy a vízellátás, mint kiemelt jelentőségű szolgáltatás biztosítása érdekében olyan vízbiztonsági filozófia mentén kell megfelelő szabályozással biztosítani a víz védelmét, amely egyben lehetővé teszi a vízgazdálkodás egészének fenntartható fejlődését is. Az EU Parlament és a Tanács az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről szóló irányelvének (98/83/EK) fontos megjegyzése pedig az, hogy ahhoz, hogy a vízszolgáltató társaságok képesek legyenek teljesíteni az ivóvíz minőségi előírásait, megfelelő vízvédelmi intézkedéseket kell foganatosítani a felszíni és felszín alatti vizek tisztaságának megőrzése érdekében.

---

<sup>24</sup> Glatz Ferenc: Vízgazdálkodás a Kárpát-Medencében Vezetői összefoglaló  
MTA Társadalomkutató Központ [http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07\\_Vizgazdalkodas.pdf](http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07_Vizgazdalkodas.pdf),  
letöltés: 2015-09-25

<sup>25</sup> Dávidovits Zsuzsanna - Berek Tamás: Vízbiztonsági terv az ivóvízellátás minőségirányítási rendszerében  
2012. Hadmérnök [http://hadmernok.hu/2012\\_3\\_davidovits\\_berek1.pdf](http://hadmernok.hu/2012_3_davidovits_berek1.pdf)

<sup>26</sup> Somlyódy László: Töprengések a vízről Magyar Tudomány 2008/04 <http://www.matud.iif.hu/08apr/09.htmlék>

Az ivóvízellátás komplex folyamat, a tapasztalatok pedig azt mutatják, melyet a keretszabályozók is kiemelnek, hogy minőségromlás esetén összehangolt intézkedésekre van szükség az összes egészséggel kapcsolatos és más paramétereknek való megfelelés érdekében. A vízvédelmi intézkedéseket pedig szintén a komplexitás elve mentén úgy kell kialakítani, hogy összhangban legyen a vízellátásra közvetett hatást gyakorló tevékenységek szabályozását ellátni hivatott intézkedésekkel. A 2000/60/EK irányelv is kifejezi, hogy szükséges a víz védelmének és a fenntartható gazdálkodásnak a közösségi politika más, olyan területeibe való további integrálása, mint az energia-, a közlekedés-, a mezőgazdasági, a halászati, a regionális és idegenforgalmi politika. A WHO ajánlásai és a már idézett EU dokumentum egyaránt megfogalmazzák, hogy az emberi fogyasztásra szánt vízre alkalmazandó számszerű értékek meghatározását közegészségügyi megfontolásokra és kockázat-értékelési módszerekre kell építeni, és a megállapított paramétereket azon a ponton kell betartani, ahol az emberi fogyasztásra szánt vizet a megfelelő felhasználó rendelkezésére bocsátják. Itt jelentkezik egy nehezen kezelhető probléma, az emberi fogyasztásra szánt víz minőségét befolyásolhatják a házi elosztó rendszerek melyek karbantartása általában nem tartozik a vízminőséget garantáló ivóvíz-szolgáltatók felelősségi körébe.

Az ivóvíz-biztonsági tervrendszer kiépítése és működtetése a jelenlegi leghatékonyabbnak látszó módszer annak biztosítására, hogy a szolgáltatott ivóvíz megfeleljen a vonatkozó egészségügyi határértékeknek, illetve az egyéb jogi, szakmai szabályozásoknak. A módszer alapja egy széleskörű kockázatelemzés és –értékelés, végighaladva a vízellátási lánc minden egyes elemén, a vízbeszerzéstől a fogyasztóig.<sup>27</sup>

Az ivóvíz szolgáltatók létező minőségirányítási rendszerei, úgy mint az ISO 9000, az ISO 9001 vagy az ISO 22000, alapul szolgálhatnak az ivóvíz-biztonsági tervrendszer kiépítéséhez.<sup>28</sup> Ezeknek a minőségirányítási rendszernek viszont magába kell foglalni egy már jól bevált és használható kockázatelemző és kockázatkezelő rendszert is, ugyanis az ivóvíz-biztonsági tervezés egyik kulcs momentuma ez a folyamat.

### *Felhasznált irodalom*

1. 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási létesítmények védelméről

---

<sup>27</sup> Útmutató ivóvíz-biztonsági tervrendszerek kiépítéséhez, működtetéséhez, Az Országos Környezetegészségügyi Intézet tájékoztatója, 1/2009

<sup>28</sup> Az ISO 9000 a gazdasági szféra minden területén, a legszélesebb körben elterjedt szabványsorozat, amely mára egységes nemzetközi követelményrendszer



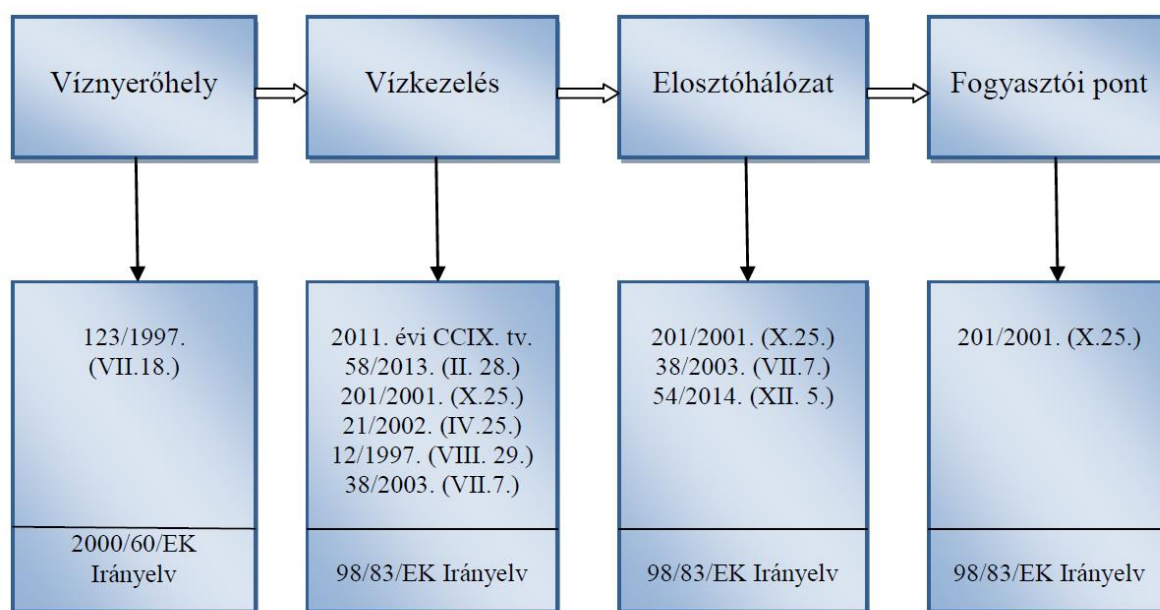
2. 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról
3. 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
4. A Tanács 1998. november 3-i 98/83/EK irányelve az emberi fogyasztásra szánt víz minőségéről
5. Berek Tamás - Rácz László István: Vízbázis mint nemzeti létfontosságú rendszerelem védelme Hadmérnök VIII. Évfolyam 2. szám - 2013. június ISSN1788-1919  
[http://www.hadmernok.hu/132\\_11\\_berekt\\_rli.pdf](http://www.hadmernok.hu/132_11_berekt_rli.pdf)
6. Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv az ivóvízellátás minőségirányítási rendszerében 2012. Hadmérnök  
[http://hadmernok.hu/2012\\_3\\_davidovits\\_berek1.pdf](http://hadmernok.hu/2012_3_davidovits_berek1.pdf)
7. Berek Tamás - Dávidovits Zsuzsanna: Vízbiztonsági terv szerepe az ivóvízellátás biztonsági rendszerében Hadmérnök 7:(3) pp. 14-25. (2012)
8. Dávidovits Zsuzsanna: Az ivóvízbiztonsági tervek készítésének a nehézségei, OKI, Vízbiztonsági osztály, absztrakt, Fiatal Higiénikusok Fóruma VIII. konferencia 2011. május 10-11. Gödöllő
9. Földi László - Halász László: Környezetbiztonság (Environmental security), Complex Kiadó 2009. Budapest, ISBN: 978-963-295-020-4
10. Glatz Ferenc: Vízgazdálkodás a Kárpát-Medencében Vezetői összefoglaló
11. Halász László- Földi László Környezetbiztonság Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2014. (ISBN:978-615-5305-97-9)
12. Havasi Eszter: A vízhiány szerepe a nemzetközi konfliktusokban Biztonságpolitikai Szemle 2011 Január – Február 4. évf. 1. Sz.
13. Managing the Quality of Drinking-water Sources in Protecting Groundwater for Health Edited by Oliver Schmoll, Guy Howard, John Chilton and Ingrid Chorus, WHO 2006.
14. Managing the Quality of Drinking-water Sources in Protecting Groundwater for Health Edited by Oliver Schmoll, Guy Howard, John Chilton and Ingrid Chorus, WHO 2006.
15. MTA Társadalomkutató Központ  
[http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07\\_Vizgazdalkodas.pdf](http://www.mta.hu/fileadmin/2009/11/07_Vizgazdalkodas.pdf) , letöltés: 2015-09-25
16. Padányi József – Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése, Katonai Logisztika 2005. 2. szám
17. Pregun Csaba-Juhász Csaba: vízminőségvédelem Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet ISBN: 978-615-5138-34-8  
[http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/az\\_eurpai\\_vz\\_keretirnyelv\\_bemutatsa.html](http://www.agr.unideb.hu/ebook/vizminoseg/az_eurpai_vz_keretirnyelv_bemutatsa.html)  
2015.08.19
18. Somlyódy László: A világ vízdilemmája Magyar Tudomány 2011 12.  
<http://www.matud.iif.hu/2011/12/02.htm>
19. Somlyódy László: Quo vadis hazai vízgazdálkodás? Stratégiai összegzés in Köztisztületi Stratégiai Programok Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép es strategiai feladatok (szerk: Somlyódy László) Magyar Tudományos Akadémia Budapest, 2011

20. Somlyódy László: Töprengések a vízről Magyar Tudomány 2008/04  
<http://www.matud.iif.hu/08apr/09.htmlék>
21. Szanyi János: Felszín alatti víztermelés környezeti hatásai a Dél-Nyírség példáján doktori (PhD) értekezés, Szegedi Tudományegyetem, 2004
22. Útmutató ivóvíz-biztonsági tervrendszerek kiépítéséhez, működtetéséhez, Az Országos Környezetegészségügyi Intézet tájékoztatója, 1/2009

## ***Halász László: Lakossági vízellátás, hazai ivóvíz-minőségi problémák, korszerű víztisztítás<sup>1</sup>***

### *Lakossági vízellátórendszer*

A vízellátás célja, hogy a fogyasztókat a létfenntartáshoz szükséges egészséges ivóvízzel és az életvitelhez (mosás, főzés, takarítás, tisztálkodás, WC-használat stb.) szükséges vízzel ellássa. Ipari és egyéb létesítmények vízellátása egyben az ott folyó tevékenység végzéséhez szükséges vízigény kielégítését is célozza, némely esetben a felhasznált víz minősége eltérő lehet az ivóvizétől.<sup>2</sup> Nem elhanyagolható a vízellátó hálózatok biztonsági szerepe sem, mivel ezek a rendszerek biztosítják a tűzoltáshoz szükséges vízmennyiséget is.<sup>3</sup>



*1. ábra: Az ivóvízellátás főbb láncszemei és a hozzájuk tartozó jogszabályok<sup>4</sup>*

A vízellátó rendszerek főbb alkotóelemei:<sup>5</sup>

- a vízbeszerzést biztosító kutak vagy felszíni vízkivételek,
- a víz kezelésére (tisztítás, fertőtlenítés) szolgáló létesítmények,
- a víz hálózatba juttatását lehetővé tevő létesítmények (szivattyú- vagy átemelőtelepek),

<sup>1</sup> „A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup>Karácsony S., Mészáros G.: Vízellátás, Vízszerzés, Eötvös József Főiskola, Baja, 1998

<sup>3</sup> Eördöghné Miklós Mária A lakossági vezetékes vízfogyasztás földrajzi sajátosságai Magyarországon. PhD értekezés Pécsi Tudományegyetem, 2013

<sup>4</sup> Dávidovits Zsuzsanna: A lakossági ivóvízellátás környezetbiztonsági kockázatai csökkentésének lehetőségei és az ivóvízbiztonsági tervezés kapcsolatrendszere Doktori (PhD) Értekezés-tervezet NKE Katonai-Műszaki Doktori Iskola, 2015

<sup>5</sup> Buzás K.: Települési vízgazdálkodás - Mérnöki alapok 2. Egyetemi segédlet. Budapest, BMGE, 2008

- a víz szállítását és elosztását lehetővé tevő hálózat,
- a víz tárolására szolgáló műtárgyak (víztornyok, medencék).

Hazánk lakossági közműves ivóvíz ellátottsága 95%-os lefedettséget mutat. A lakosság maradék 5%-a egyedi vízellátással jut ivóvízhez. Ez nagyon jó arány világ szinten, hisz Földünkön az óvatos becslések alapján száz ember közül 42 nem jut megfelelő mennyiségű és jó minőségű ivóvízhez, mely az egészséges életvitelhez nélkülözhetetlen lenne.

A vízellátó hálózatra kötött lakóingatlanok vízigényének meghatározásánál az alábbi fajlagos értékekből kell kiindulni:<sup>6</sup>

- ivás: 1-3 l/fő/nap,
- főzés: 4-7 l/fő/nap,
- takarítás: 5-10 l/fő/nap,
- mosás: 20-50 l/fő/nap,
- mosogatás: 10-40 l/fő/nap,
- tisztálkodás: 80-130 l/fő/nap,
- WC öblítés: 30-60 l/fő/nap.

Az ivóvízeredétől függetlenül minden, eredeti állapotában vagy kezelés utáni állapotban levő, ivásra, ételkészítésre és egyéb háztartási célokra szánt víz, függetlenül attól, hogy szolgáltatása hálózatról, tartálykocsiból történik vagy kereskedelmi forgalomba kerülő edénybe (palack, tartály, ballon) töltésre kerül,

### *Vízforrások jellemzői<sup>7</sup>*

Kémiai értelemben tiszta víz a természetben nem található, a desztillált víz minőségét legjobban a csapadékvíz közelíti meg, de már ez is a légkörből gázokat és port mos ki, majd a talajból különféle sókat old. A talajvíz oldott szerves anyag- és sótartalmát a talaj összetétele határozza meg. A felszíni vizek minősége döntően a földtani felépítés, illetve talaj, a növénytakaró és a társadalmi tevékenység függvénye. A vízben található idegen anyagokat három csoportba oszthatjuk:

- oldott gázok;
- oldott sók és szerves anyagok;
- lebegő szennyezések.

<sup>6</sup> Juhász E.: Magyarország vízi közmű ellátása. In: SZLÁVIK L. (szerk.): Vízügyi Közlemények. 85. évf. 2. füzet, Budapest, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, 2003.

<sup>7</sup> Halász L., Földi L.: Környezetvédelem – környezetbiztonság Zrínyi, Egyetemi jegyzet, 2001

Az ipari létesítmények, a mezőgazdaság és a háztartások vízszükségletüket különböző forrásokból fedezhetik, ezek csapadék-, felszín alatti és felszíni vizek lehetnek. Az egyes vízféleségek összetétele más és más, mivel a víz természeti körforgása során a különböző környezetben különböző anyagokat old fel, ad le és visz magával, amelyek hatására további fizikai, kémiai és biológiai folyamatok játszódnak le.

### Csapadékvíz

A csapadékvíz a levegő páratartalmából a fizikai állapotváltozások hatására keletkezik, főleg a felszíni vízkészletet gyarapítja, de a felszín alatti vizek utánpótlása szempontjából is jelentős szerepe van.

A csapadékvíz keletkezése pillanatában már gázokat old ki a levegőből, de a vízben oldott gázok százalékos összetétele eltér a levegő százalékos összetételétől, mivel a gázok oldékonysága különböző. Az alapgázok közül legjobban a szén-dioxid, legkevésbé a nitrogén oldódik. Emellett a csapadék a levegő egyéb szennyezéseit (port, radioaktív anyagokat, mikroorganizmusokat) is magával viszi, települések és ipari területek környékén pedig még füstgázokat, kormot, pernyét tartalmaz.

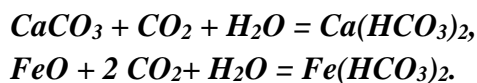
Bár a csapadékvizek minősége is helyenként változó, közös tulajdonságuk, hogy keménységet okozó és egyéb sókat csak kis mennyiségben tartalmaznak, továbbá, mivel az oldott szén-dioxid mellett hidrogén-karbonátokat nem találunk, a szén-dioxid teljes mennyisége agresszív, és ezt a hatást a füstgázokból elnyelt kén-dioxid csak fokozza.

Vízszegény területeken a háztartásokban mosásra és főzésre használják. Bakteriológiai szempontból nem kifogástalan, ezért ivásra csak csíráztatás után alkalmas. Mennyisége változó és bizonytalan, ezért ipartelepek vízszükségletének fedezésére nem megfelelő. Ennek ellenére üzemekben is foglalkozni kell vele, mert mindenütt, ahol a természetes növénytakarót megbontották, a csapadékvíz elvezetéséről gondoskodni kell. A csapadékvíz az üzem szennyvizénél rendszerint sokkal tisztább, ezért külön csatornarendszerben célszerű elvezetni, amelyet kiadós záporra kell méretezni. Általában tisztításra nincs szükség, így ez a vízmennyiség a szennyvíztisztító rendszereket sem terheli. A föld felszínére jutott csapadékvíz részben beszivárog a talajba, részben felszíni vízként elfolyik.

### Felszín alatti vizek

A talaj felszínét rendszerint növényzet borítja, tehát majdnem mindenütt elpusztult, korhadó növényi részek is találhatók, különösen erdőkben. A csapadék oxigéntartalma ilyen területekre jutva a szerves anyagok oxidációjára fordítódik. A szénsavtartalmú víz nemcsak a

talaj vízdoldható sóit képes oldani, hanem megtámadja a karbonátos, a vas- és mangántartalmú, sőt a szilikátos kőzeteket (utóbbiakból szilícium-dioxid és agyag keletkezik) is:



Az oldott sók mellett szerves anyagok, pl. humuszsavak vagy a fehérje-anyagcsere bomlástermékei is előfordulhatnak: az ammónia- és nitrittartalomból a közelmúltban, a nitrát tartalomból régebben történt fertőzésre lehet következtetni. Az ammónia- és nitrittartalmú víz ezért közvetlen fogyasztásra nem alkalmas.

Talajvíznek nevezzük a felszín alatti vízkészletnek azt a részét, amely az el vízzáró réteg fölött helyezkedik el. Eredetét tekintve lehet a felszínről leszivárgott csapadékvíz vagy a felszíni vizek vízáteresztő rétegben tovahaladó része, amely a gravitáció miatt mindaddig lefelé halad, amíg vízzáró réteghez nem ér.

Vízminőségi szempontból nagyon veszélyes a talaj szennyeződése, mert míg folyóvízzel a szennyezés levonul, addig a talajvízben esetleg évtizedekig maradandó vízminőségi romlást okoz.

A rétegvíz (artézi vagy mélységi víz) általában két vízzáró réteg között 20 métertől több kilométerig terjedő mélységben - esetleg több, egymástól független rétegben - helyezkedik el. A rétegvíz többnyire teljesen kitölti a víztartó kőzet pórusait. A rétegvizek szennyező anyagoktól és fertőző mikroorganizmusoktól mentesek, oxigént nem, vasat és agresszív szén-dioxidot csaknem mindig tartalmaznak. Az esetleg jelenlevő ammónium-szulfid- és kloridion is geológiai eredetű. Oldott sótartalmuk a kis 200-250 mg/l értéktől a 10-20 000 mg/l értékig terjedhet. 1000 mg/l oldott sótartalom felett már ásványvíznek is tekinthető. Termálvíz (hévíz) az a mélységi víz, amelynek hőmérséklete meghaladja 30°C-ot.

A mészkő- és dolomithegységek repedéshálózata a beszivárgó szén-dioxid tartalmú csapadékvizek oldó hatásának következtében helyenként üregekké, barlangokká bővül, ez nagy mennyiségű vizet képes befogadni és tárolni, amelyet karsztvíznek nevezünk. A karsztvizek (főleg változó) keménysége nagy (15-25 nk°), a víz csak nagyobb esőzések idején zavaros, egyébként tiszta és jó ízű, ivásra rendszerint alkalmas.

A felszín alatti vizeket kutakkal termelik ki, két fő típusuk az aknakút csőkút. Az aknakutak (ásott kutak) 1-5 m átmérőjűek, 15 méternél ritkábban mélyebbek, a vízáteresztő réteg pórusain keresztül a talajvízszint magasságáig telnek meg vízzel. A csőkutak (fűrt kutak) kisebb átmérőjű csövek, amelyeknek a víznyerő rétegben lévő szakasza perforált, mélységük több száz méter is lehet. A szűrőrészt kavicságyba szokták foglalni, hogy a szűrő pórusait a talaj el ne tömje.

A kútvíz lebegő anyagokat rendszerint nem tartalmaz, mert a víztároló rétegek szűrőként működnek, a víz minősége - amennyiben a talajviszonyokban lényeges változás nem következik be - közel azonos. A kútnyomás többnyire nem elegendő ahhoz, hogy a vizet felszínre hozza, ezért szivattyúzni kell.

### Felszíni vizek

A folyók, tavak és mesterséges tározók, valamint tengerek vize képezi a felszíni vizek csoportját. A felszínen összegyűlő csapadékvízből, a talajból kiszivárgó és mesterségesen kiemelt vízből tevődik össze a patakok és folyók vize. A folyó- vizek a kútvizeknél rendszerint kevesebb oldott só (átlagosan 200-500 mg/l) tartalmaznak, viszont sokkal több lebegő anyagot, ezek ásványi, növényi eredetűek, illetve ipari szennyezések. Ide sorolhatjuk a vízi élőlényeket (baktériumok, algák, moszatok, kagylók, csigák) is. A folyóvizek hordaléktartalma az évszakoktól függően is ingadozik, különösen a tavaszi zöldár idején magas.

A folyóvizekben mindig található szerves anyag is, mindig tartalmaznak oxigént, amely az élőlények számára nélkülözhetetlen. A folyóvizek baktérium-tartalma a folyókba kerülő szerves szennyezések oxidálására képes: ez a folyóvizek öntisztulását teszi lehetővé. A rendszerint lúgos kémhatású meder ezen kívül savak semlegesítésére is képes.

A folyók vizét megfelelő szűrők beiktatásával ipari célra általában közvetlenül is fel lehet használni, ivóvizet a part mentén létesített kutakból ún. partszűréses eljárással nyernek. A termelő kutak vizüket a vezetékes ivóvízhálózatba juttatják.

Az átfolyásos tavak (pl. Balaton) vize származásuk analógiája alapján is hasonló a folyóvizekhez. A lefolyástalan tavaknál (pl. Kaszpi-tó) a víz csak párolgás útján tud eltávozni, így jelentős mérvű sófelhalmozódás észlelhető. Ezek vize a tengervízhez hasonló vagy még sósabb.

A Föld víztömegének zömét adó tengervíz felhasználása nagy sótartalma miatt korlátozott. Míg édesvizeinkben a kalcium-, magnézium- és hidrogénkarbonát-ionok dominálnak, addig a tengervízre a nátrium-, kálium-, klorid- és szulfátionok jellemzőek. A tengerekben a só-koncentráció különböző: az óceánokban 3,5% körüli, beltengerekben szélesebb határok között ingadozik, a Keleti-tengerben a befolyó nagy mennyiségű édesvíz hatására a 0,5%-ot sem éri el.

Magyarország földrajzi adottságaiból eredően vízben gazdag ország: bár csapadékhiányos területen fekszik, de a Kárpát-medence egyik legmélyebb területén, annak erózióbázisán elhelyezkedve a környező területek felszíni vízfolyásai idetartanak. Emellett felszín alatti vizeink készlete is kedvezőnek mondható, mind a mennyiséget, mind a minőséget

tekintve, köszönhetően a vízföldrajzi adottságaink mellett az országunk területének túlnyomó részén megtalálható jó vízadó kőzet-képződményeknek (törmelékes medenceüledék, homokkő, karsztos kőzetek). Ezt az elsőre kedvezőnek tűnő helyzetet több tényező is beárnyékolja:

- Felszíni vizeink döntő többsége határainkon túlról érkezik hozzánk, így mind vízhozamát, mind minőségét az ottani körülmények határozzák meg; a határainkon belül, csapadékból keletkező vízkészlet fajlagos nagysága alapján ( $600 \text{ m}^3/\text{fő, év}$ );
- Magyarország az egyik legalacsonyabb értékkel jellemezhető Európában;
- Vízkészletünk eloszlása nagy egyenlőtlenséget mutat, a felszíni vízfolyásaink sűrűsége alacsony, főleg a Duna, Tisza és a Dráva körzetére összpontosul;
- A vízviszonyok időben is nagyon változékonyak az év folyamán ugyanazon helyadottságait vizsgálva; Magyarország területének 90%-án fordulhat elő aszály,
- Ugyanakkor belvíztől veszélyeztetett  $44\,000 \text{ km}^2$ , az ország területének 47%-a;
- Az utóbbi két tulajdonság az elmúlt években erőteljesen megnyilvánuló klíma ingadozás okozta szélsőséges időjárási viszonyok hatására – egybehangzó szakértői vélemények alapján – várhatóan még szélsőségesebbé válik, a nyári hónapok magasabb vízigénye a növekvő aszályveszély időszakával esik egybe;
- A felszíni és felszínközeli vizek Magyarországon az antropogén tevékenység hatására gazdaságos módon nem tehetők emberi fogyasztásra alkalmassá; a kommunális vízellátás céljaira a mélyebb rétegek vizeit termelik ki, ezeknek az utánpótlódási ütemét, a hidrológiai ciklus jellemzőit még nem ismerjük minden részletében.

Egyik legkomolyabb egészségügyi kockázatot jelentő probléma az arzén határértéket meghaladó koncentrációban való jelenléte. Ez Magyarországon körülbelül 2,5 millió – első sorban az Alföldön élő – embert érint. A Dél-alföldön mintegy 1,2 millió embert érint a probléma, az Észak-alföldi régióban hétszáz ezret, a Dél-Dunántúlon 260 ezret, régióként kétszáz települést - ez jól tükrözi hazánk településszerkezetét is. A többi régióban kevesebb településen fordul elő ivóvíz-minőségi probléma. Az érintett területeken a vízellátás felszín alatti vizekből történik, az arzén, a bór, az ammónia és a fluorid előfordulása geológiai eredetű.



#### *Bór:*

- határérték: 1 µg/l (mikrogramm/liter),
  - ivóvízben talajtani réteg eredetű,
  - felszíni vízben: szennyvízzel kerül (pl. mosószeres bejutása),
  - Dél-alföldi régióban: 16 településen mutatták ki a jelenlétét a vízben,
  - Országosan összesen: 53 település érintett,
  - Állatkísérletek: hím állatok szaporító szervein (elsősorban heréin) jelentkeztek toxikus hatások, illetve patkányokon, egerekben, nyulakban a fiatal egyed fejlődésére káros hatást gyakoroltak
- Eltávolítása: az ivóvízből: gazdaságos vízkezelés nincs, így megoldást jelenthet más megfelelő minőségű forrás bekapcsolása a vízellátásba.

#### *Arzén:*

- határérték: 10µg/l (mikrogramm/liter),
- ivóvízben réteg eredetű,
- Dél-alföldi régióban: 149 település érintett,
- Országosan összesen 475 település érintett.

Közegészségügyi szempontból különösen fontos tény, hogy ez az egyetlen olyan paraméter, amelyről a WHO által hivatkozott korábbi vizsgálatokkal egybehangzóan egy friss hazai epidemiológiai kutatás (2004) is kimutatta az ivóvíz határérték feletti szennyezettségének hatását a bőr-, és tüdőrák, nagyobb koncentrációknál pedig ezeken felül még a hólyag és veserák kockázatának növekedésére.

Eltávolítása: megfelelő technológiák rendelkezésre állnak, de sok esetben gazdaságosabb más megfelelő minőségű forrás bekapcsolása a vízellátásba (vízkeverés, új kút).

#### *Nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrát(NO<sub>3</sub>):*

- határértékek: nitrit: 0,5 mg/l; nitrát: 50 mg/l,
- Dél-alföldi régióban: 4 település érintett,
- Előfordulása ivóvízben: emberi tevékenységből ered (állattenyésztés, műtrágyázás),
- Nitrátot, nitritet határérték feletti koncentrációban tartalmazó ivóvíz – de esetenként egyéb táplálékok (pl: zöldségek) a terhesek, újszülöttek és a csecsemők egészségét veszélyezteti.» kékkór vagy más néven methemoglobinémia,

- Nitrát szennyezéssel kapcsolatos alapvető feladat: megelőzés, fennálló szennyezés esetén a szennyező forrás kiiktatása, vagy új vízforrás (pl. állattartásból származó hígtrágya elszállítását szennyvíztisztítóra),

### *A vizek minősége*

A vízminőség a víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak összessége. A víz minőségének meghatározása szakszerű mintavételből, valamint helyszíni és laboratóriumi fizikai, kémiai, biológiai és bakteriológiai vizsgálatok elvégzéséből áll. A vizek szennyező anyagokkal való terhelhetőségéhez a vízmennyiségek, vízhozamok ismerete is szükséges. A vizsgálati adatok rendszerezése vezet a víz minősítése felé, amely természet- tudományos rendszerben:

- a sótartalom mértéke és minősége;
- a szennyezettség (pl. oxigénfogyasztás, öntisztuló képesség);
- a mérgezőanyag-tartalom (pl. nehézfémek, cianidok);
- egészségügyi szempontok (pl. fertőzőtség, radioaktivitás)
- és sok egyéb megfontolás alapján történhet.

Az áttekintésből kitűnik, hogy a vízminőség meghatározására általános módszer nem ismeretes, és nincsenek olyan mutatószámok, amelyekkel a vízminőség általában kifejezhető. A tiszta és szennyezett víz, valamint a közbülső fokozatok emberi kategóriák, amelyek a vízhasználat célja nélkül nem határozhatók meg. A vizeket a gyakorlati felhasználás minőségi követelményei alapján célszerű osztályozni

- ivóvízellátásra;
- ipari vízellátásra;
- öntözésre;
- egyéb vízhasználatra való alkalmasság alapján.

A gyakorlatban a felhasználás szűkebb célját is meg kell adni, mert adott minőségű víz felhasználhatóságát csak így lehet eldönteni. Például az élelmiszer- iparban megfelelő vizet a fényképészeti ipar nem tudja használni, vagy az ivóvíznél megtűrt 0,5 mg/l vas- és 0,2 mg/l mangánkoncentráció a textiliparban a festési eljárásoknál megengedhetetlen (itt a vas- és mangánkoncentráció 0,1, illetve 0,05 mg/l lehet). Bármilyen vízhasználat csak a konkrét helyzet egyedi elbírálásával lehetséges, amelynek során a felhasználás érdekében fontos tulajdonságokat mérik, ezek kémiai (és fizikai), biológiai és bakteriológiai jellegűek. Az ivóvíz szennyezőanyag tartalmát a 201/2001 kormányrendelet 1.sz. melléklete tartalmazza:

A Kormány Rendelet csoportosítja a vízminőségi jellemzőket (A;B;C;D;E;F).

- Az „A” és „B” a kötelezően betartandó az úgynevezett elsődleges paramétereket tartalmaz. Ezekre vonatkozó határértékek betartása kötelező ez alól felmentés nincs. Ha határérték túllépés van, akkor „kifogásolt” ivóvízként nem használható.

- A „C” csoport az úgynevezett indikátor (szennyezés jelző) paraméterek csoportja.

Ezeknek a paramétereknek ellenőrzési szerepük van, esetükben a határérték túllépése nem jelent közvetlen közegészségügyi veszélyt, de valamilyen rendellenesség fellépett ezért a szükséges intézkedéseket meg kell tenni.

- A „D” csoport a karszt-, talaj-, és a parti szűrésű vízbázisra valamint a felszíni vízbázisból származó vizekre. A sérülékenynek minősülő vízbázisokra szigorúbb határértékek érvényesek.

Az „F” csoport ideiglenes határértékek. Átmeneti ideig bizonyos paraméterek esetében érvényben maradhat a korábbi szabvány (MSZ 450-1:1989) határértékei. Elem: ólom; 25 µg/l. A 65/2009 (III.31) Korm. rendelet alapján a következő paraméterek tartoznak ide: arzén 50 µg/l; bór B 5,0 mg/l; bromát 25 µg/l; fluorid 1,7 mg/l; nitrit\* 1,0 mg/l ; ammónium 2,0 mg/l. A nitrit esetében az ideiglenes határérték az első életévüket be nem töltött csecsemők és várandós anyák ivóvízellátásában nem alkalmazható.

Ellenőrző vizsgálatok célja, hogy rendszeresen tájékoztasson az emberi fogyasztásra szolgáló ivóvíz organoleptikus és mikrobiológiai minőségéről egyes kémiai vízminőségi jellemzőkről, a vízminőség esetleges változásáról, a vízkezelés hatékonyságáról annak érdekében, hogy ahol ilyen kezelést végeznek, megállapítható legyen, hogy az ivóvíz minősége megfelel-e a jelen rendeletben előírt határértékeknek (mindig vizsgálni kell; megjegyzésekben leírt feltételektől függően kell vizsgálni, megjegyzésekben leírtaktól függő esetekben, de kisebb gyakorisággal, kisebb gyakorisággal vizsgálandók).

#### *Víztisztítási módszerek*

A víz tisztítása több egymás utáni művelet eredménye. A víz tisztításához nem minden műveletet kell elvégezni, hanem csak azokat, amely az adott vízben levő szennyeződések eltávolításához szükséges.<sup>8</sup>

A víztisztítás célja, hogy a nyersvizet a fogyasztási igényeknek megfelelő minőségűvé alakítsa. A kutakból, folyókból, tavakból kivett vizet víztisztító művekbe vezetik, ahol több lépcsőből álló szűréssel távolítják el a vízből a szennyeződések. A tisztítás során különböző eljárásokat alkalmaznak, hogy a kezelt vízből eltávolítsák a nem kívánatos anyagokat, vagy

---

<sup>8</sup> Öllös G.:Vízellátás (K+F eredmények). Franklin Nyomda, Budapest, 1987

elfogadható anyagokká alakítsák. A kiinduló nyersvíz minősége nagyon eltérő, ezért a víztisztítási technológia is nagyon sokrétű. A tisztításra kerülő vízből először az uszadék jellegű nagyobb szennyeződésekelt kell eltávolítani. Ez rácsokkal, dobszűrővel, szalagszűrővel történik. Ez után történik a lebegő, könnyen ülepezhető anyagok eltávolítása homokfogóval, hidrociklonnal, ülepezéssel. Ekkor a víz fajsúlyánál nagyobb fajsúlyú szilárd anyagokat a gravitáció segítségével ülepezhetjük le. Ha a szemcseméret 0,1 mm alatti, akkor összetettebb ülepezés szükséges, amit derítésnek neveznek. Ennek során vegyszeradagolással (alumínium-szulfát, vas-szulfát stb.) a kis szemcsékből ún. makro pelyheket hoznak létre, amelyek már ülepezhetők. Ezután a vizet átengedik egy szűrőrétegen – amely kavics, homok vagy egyéb anyagból áll – ami vízben lévő lebegőanyagot kivonja a vízből. A kellemetlen mellékíz és szagot okozó anyagok eltávolítására aktív szén szűrést vagy ózonos kezelést alkalmaznak. A szűrés után következik a savtalanítás, amelynek célja a vízben lévő szénsav eltávolítása. Ilyenkor levegőztetéssel megnövelik az oxigéntartalmát, így a víz frissebbé és kevésbé savanyúvá válik. Ha a vízben bizonyos mennyiségnél több oldott vas és mangán fordul elő, akkor a víz csőben szállításra, ivó- és ipari víz céljára alkalmatlanná válik. Ezért szükséges ezek oxidálással, szűréssel történő eltávolítása. Ha a vízben nitrát található, annak eltávolítás ioncserével történik.<sup>9</sup>

A vízben oldott sók is találhatók, amelyek szűréssel nem távolíthatók el. Ha ezek nagy mennyiségben fordulnak elő, a vizet keménnyé teszik. Ezért szükséges ezek koncentrációjának csökkentése. Ezt szolgálja a vízlágyítás. A tisztítási technológia végén kerül sor a vízben lévő patogén baktériumok és ionok elpusztítására. Az eljárás lehet csíráztatás és fertőtlenítés. Ez történhet szűréssel és oxidációval. Ez utóbbinál klórt, ózont, kálium-permanganátot vagy egyéb anyagokat adagolnak. Legelterjedtebb a klór alkalmazása.

Ivóvizünk legnagyobb hányadát a felszín alatti vízkészletekből nyerjük. Sok helyen a rendelkezésre álló víz (felszín alatti nyersvíz) meglehetősen nagy mennyiségű oldott szerves anyagot és szervetlen ionokat is tartalmaz, ezért ivóvíz célú hasznosításra közvetlenül nem alkalmas. Az oldott szerves anyagok főként a fertőtlenítés során belőlük képződő rákkeltő és mutagén sajátságú vegyületek miatt távolítandók el a vízből. Az ionok eltávolítását pedig többféle tényező is szükségessé teheti.

A leggyakrabban előforduló szennyező ionok közül egyesek (például  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ , stb.) mérgezőek, mások önmagukban vagy a fertőtlenítőszerekkel reagálva, kellemetlen ízt,

---

<sup>9</sup> Öllös G.: Víztisztítás – üzemeltetés. Egri Nyomda Kft, 1998

szint, szagot kölcsönöznek a víznek (például  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ). Az ammónia a fertőtlenítőszerrel reagálva azok hatását befolyásolja, esetenként klór-amint eredményez.

A vezetékekben és így a fogyasztónál is megjelenő csapadékanyagok elkerülése céljából a víz pH értékének, a karbonát-keménységnek és ezekkel összefüggésben a víz szénsavegyensúlyának, az oldott oxigén-koncentrációjának, valamint a vastartalmának ismerete és szabályozása is gyakorta előforduló igényt jelent.

A robbanásveszélyt okozó gázok és folyadékok eltávolítása a vízből szintén a vízellátó rendszerek üzemeltetőinek lényeges feladata. Ezért alkalmazzák a gáztalanítás eljárását a tisztítási folyamat első lépéseként a metán eltávolítására.

Az egyes ionok (például  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{As}^{3+}$ ) illetve szerves anyagok eltávolítása többféle módszerrel is megoldható; így gyakorta alkalmaznak eltávolításukra csapadékképző eljárásokat, de felhasználhatóak e célból az adszorpciós módszerek, az ioncsere és a fordított ozmózis is.

Összesítve megállapítható, hogy azoknak az anyagoknak az eltávolítására van szükség az ivóvíz célú vízhasznosításkor, amelyek:

- önmagukban mérgező, karcinogén, mutagén, teratogén vagy organoleptikus tulajdonságú vegyületek, vagy belőlük ilyen vegyület keletkezhet az adott tisztítási eljárás során,
- kiüledő vagy kirakódásra alkalmas vegyületek, illetve ilyen vegyületek képzésére alkalmasak a vízellátó rendszerben,
- korrozív tulajdonságúak, megtámadják a vízellátó rendszer szerkezeti anyagait,
- tűz- és robbanásveszélyesek.

A víztisztítás feladatait az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

Gáznemű anyagok eltávolítása, savmentesítés, komponenseltávolítás csapadékképzéssel, egyes szerves, illetve szervesetlen komponensek fizikai-kémiai beavatkozással történő csökkentése, fertőtlenítés.

Technológiai alapfolyamatok:

1. Oxidáció és redukció,
2. pH és pufferkapacitás szabályozás,
3. Kémiai kicsapás (oldott  $\rightarrow$  szilárd),
4. Adszorpció,
5. Fázisztétválasztás (gáz-folyadék, szilárd-folyadék),

## 6. Egyéb eljárások (membránfolyamatok).

A víz- és szennyvíztisztítási technológiák a fenti alapfolyamatok célszerű kombinációival alakíthatók ki. Megkülönböztetett figyelmet érdemel a katonai vízellátás gyakorlatában a víztisztítás technológiája. A Magyar Honvédség korszerű eszközökkel rendelkezik, melyek mind teljesítményben, mind hatékonyságban megfelelnek a katonai követelményeknek.<sup>10</sup>

### *Felhasznált irodalom*

1. Buzás K.: Települési vízgazdálkodás - Mérnöki alapok 2. Egyetemi segédlet. Budapest, BMGE, 2008
2. Dávidovits Zsuzsanna: A lakossági ivóvízellátás környezetbiztonsági kockázatai csökkentésének lehetőségei és az ivóvízbiztonsági tervezés kapcsolatrendszere Doktori (PhD) Értekezés-tervezet NKE Katonai-Műszaki Doktori Iskola, 2015
3. Eördöghné Miklós Mária A lakossági vezetékes vízfogyasztás földrajzi sajátosságai Magyarországon. PhD értekezés Pécsi Tudományegyetem, 2013
4. Halász L., Földi L.: Környezet védelem –környezetbiztonság Zrínyi, Egyetemi jegyzet, 2001
5. Juhász E.: Magyarország vízi közmű ellátása. In: SZLÁVIK L. (szerk.): Vízügyi Közlemények. 85. évf. 2. füzet, Budapest, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, 2003.
6. Karácsony S., Mészáros G.: Vízellátás, Vízszerezés, Eötvös József Főiskola, Baja, 1998
7. Öllös G.: Vízellátás (K+F eredmények). Franklin Nyomda, Budapest, 1987
8. Öllös G.: Vízisztítás – üzemeltetés. Egri Nyomda Kft, 1998.
9. Padányi József–Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. Katonai Logisztika, 2005. 2. szám, 67. oldal.

### *Jogszabályok:*

1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról

[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=99500057.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99500057.TV) (letöltve: 2015.09.11.)

2001. évi LXXI. törvény a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. Törvény

módosításáról [http://www.euvki.hu/content/docs/2001\\_lxxi\\_es\\_1995\\_lvii\\_tv.pdf](http://www.euvki.hu/content/docs/2001_lxxi_es_1995_lvii_tv.pdf),  
(letöltve: 2015.09.11.)

EU Víz Keretirányelv <http://www.euvki.hu/> (letöltve: 2015.09.11.)

201/2001. (X.25.) Kormányrendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről [http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A0100201.KOR](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0100201.KOR) (letöltve: 2015.09.11.) (ezen az internetcímen azóta a módosításokat is tartalmazó jelenleg aktuális 201/2001. Korm. rendelet található)

65/2009. (III. 31.) Korm. Rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről szóló 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet módosításáról

---

<sup>10</sup> Padányi József–Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. Katonai Logisztika, 2005. 2. szám, 67. oldal.

[http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A0900065.KOR](http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0900065.KOR), (letöltve: 2015.09.05.)

21/2002. (IV. 25.) KöViM rendelet a víziközművek üzemeltetéséről  
[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A0200021.KOV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0200021.KOV)

2011. évi CCIX. törvény - a víziközmű-szolgáltatásról  
[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1100209.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100209.TV)

58/2013. (II. 27.) víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról  
[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A1300058.KOR](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1300058.KOR)

## ***Kállai Ernő: A víz felhasználása katonai szempontból, műveleti vízellátás, víztisztítás<sup>1</sup>***

### *Bevezető*

A víz katonai felhasználás szempontjából három nagy csoportra osztható. Az első a katonák ételmezési ellátásához szükséges ivóvíz, a második a megfelelő higiénés és egészségügyi feltételek kialakításához szükséges vízmennyiség és a harmadik a katonák által alkalmazott technikai eszközök üzemeltetésével és alkalmazásával összefüggő, esetenként speciális minőségi követelményekkel rendelkező vízmennyiség. A katonai vízellátás kialakítása során jellemzően nagy biztonsággal üzemeltethető mobil eszközöket alkalmazunk, melyek a terep néha igen mostoha körülményei közepette is biztosítják a szükséges minőségű és mennyiségű víz előállítását, tárolását és szállítását.

A vízellátás bonyolult több szakágon átívelő komplex feladat. Ahhoz, hogy tiszta képet tudjunk alkotni e feladatról, ismernünk kell, milyen elemekből épül fel a vízellátás. Továbbá ismernünk kell azt is, hogy az egyes feladatok végrehajtása kinek a feladata, felelőssége.

A cikk a szerző a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadtudományi Doktori Iskoláján 2014-ben megvédett A Magyar Honvédség vízellátása, különös tekintettel a víztisztításra című doktori értekezésének 3-4. fejezetén alapul.

### A vízellátás célja

Mint minden más esetben, így a vízellátás feladatainak meghatározása során is az elérendő célból kell kiindulnunk. A katonai vízellátás *célja* a parancsnok döntésének megfelelően biztosítani a csapatok részére a meghatározott minőségű és mennyiségű víz rendelkezésre állását az előírt helyen és időben.

### A vízellátás feladatai

A célból következően a vízellátás, mint komplex feladat tehát abból az ellenőrzött folyamatból áll, amíg a vízlelő helyektől a szükséges mértékű tisztítás és kezelés<sup>2</sup> végrehajtása után a felhasználóhoz juttatjuk a vizet. Mivel a felhasznált víz mennyiségével szoros összefüggést mutat a keletkezett szennyvíz mennyisége, így célszerű a vízellátás feladatai között a keletkezett szennyvíz kezelését is megjeleníteni.

---

<sup>1</sup> „A víz, mint stratégiai erőforrás, az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Vízkezelés alatt a már megtisztított víz minőségének megőrzését célzó eljárásokat értjük. Utóklórozás, csomagolás.



E logika mentén a vízellátás feladatai a következők:

- Vízlelő helyek számbavétele, felderítés,
- Víz beszerzése,
  - o a víz kitermelése (folyóból, tóból, kútból...),
  - o csatlakozás közműhálózathoz,
  - o vásárlás,
- Vízisztítás,
- Víz kezelése (a megfelelő minőségű víz minőségének megőrzése céljából),
  - o utóklórozás,
  - o csomagolás,
- Tárolás,
- Szállítás,
- Szétosztás,
- Személyes tárolás,
- A keletkezett szennyvíz kezelése,
- Az egész folyamat egészségügyi/minőségi ellenőrzése,
- Tervezés, irányítás.

A bemutatott feladatok végrehajtása különböző szakalegységek felelőssége, melyek az alábbiakban szerint alakulnak:

*A vízlelőhelyek számbavétele és azok felderítése* a műszaki csapatok feladata, melybe be kell vonni vegyivédelmi és egészségügyi szakembereket is. A felderítés a parancsnok döntése alapján kerül végrehajtásra, melyet a törzs tervez és irányít.

*A víz beszerzése* alapvetően logisztikai feladat, kivéve a *víz kitermelését*, ami műszaki szakfeladat.

*A víz tisztítása* műszaki feladat.

*A víz kezelése* műszaki és egészségügyi szakfeladat. Az ivóvíz csomagolását és tisztítás utáni utóklórozását a műszakiak végzik, azonban az utóklórozásra a tárolás és szállítás bármely későbbi fázisában is szükség lehet, ekkor azt az egészségügyieknek célszerű végrehajtani.

*A tárolás, szállítás, szétosztás és a keletkezett szennyvíz kezelése* logisztikai szakfeladat. *A személyes tárolás* a katonák egyéni feladata. A vízellátás *egészségügyi/minőségi ellenőrzése* egészségügyi szakfeladat.

A vízellátás feladatainak *tervezése, irányítása* szintén összetett feladat. A fő feladatok meghatározása (kit, mit, hol, milyen időtartamban...) a parancsnok (törzs) feladata. A hogyan és milyen mennyiségben meghatározása már logisztikai feladat. A humán felhasználás

tekintetében a szükséges minőség meghatározása és a vízellátás egészségügyi ellenőrzésének végrehajtása egészségügyi feladat, míg a technikai jellegű víz esetében a minőségi követelményeket a logisztika határozza meg, azonban a minőség ellenőrzése ebben az esetben is az egészségügy feladata.

A vízellátás során meghatározó jelentőséggel bír a minőség folyamatos ellenőrzése, melyet a Magyar Honvédség esetében a technikai jellegű felhasználás esetén is az egészségügyi szolgálat hajt végre.

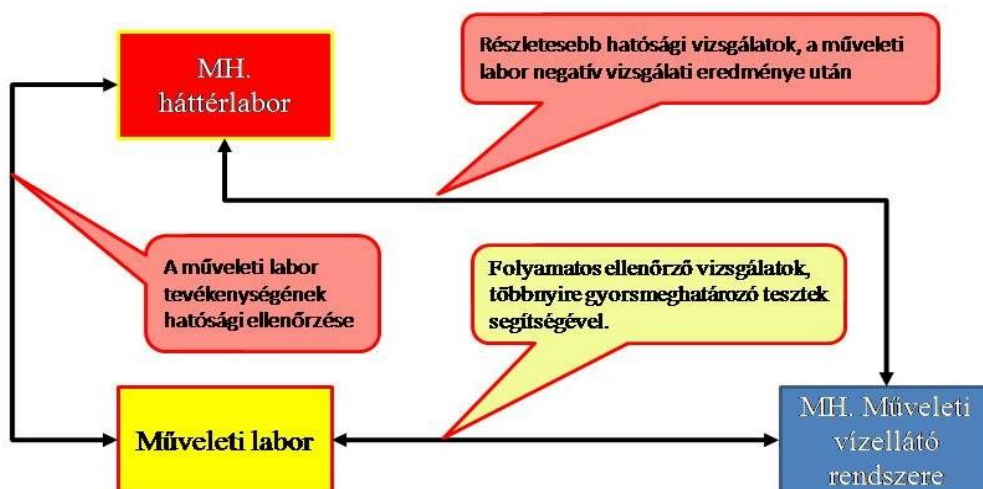
#### A vízellátás egészségügyi ellenőrzése

A globális felmelegedés, valamint a felszíni és a felszín alatti vízkészletek egyre fokozódó elszennyeződésének hatására a mindennapi életvitelünkhöz szükséges ivóvíz minőségű víz előállítása egyre nagyobb kihívást jelent. Egyrészt már napjainkban is megfigyelhető a lehullott csapadék, mind térben, mind időben történő átrendeződése, melynek hatására időszakonként jelentős áradások vagy épp ellenkezőleg aszályos időszakok követhetik egymást, melyek negatívan befolyásolják a talajban tárolt víz minőségét. Másrészt a népesség növekedésével arányosan bővülő ipari és mezőgazdasági termelés és fogyasztás hatására – a környezetet kevésbé terhelő eljárások egyre növekvő alkalmazása ellenére is – környezeti értékeink, köztük az ivóvíz bázisok is jelentős károsító hatásnak vannak kitéve. Mint ahogy az előzőekben bemutattam, a katonai műveletek vízellátása komplex többszereplős feladat, melyben kiemelt figyelmet kell fordítani az előírt minőség biztosítására.

A 1. ábra a vízellátás általános folyamatát szemlélteti. Az ábrából egyértelműen kiolvasható a vízminőség folyamatos ellenőrzésének és ezzel együtt a megfelelő higiéniai állapot fenntartásának kiemelkedő jelentősége, hiszen a folyamatban 9 helyen jut szerep az ellenőrzésnek. A Magyar Honvédség (továbbiakban MH) vízellátásának és műveleti vízellátásának ellenőrzését elsődlegesen a végrehajtó alakulatok egészségügyi központjainak az állománya hajtja végre. Ez az ellenőrzés helyszíni szemrevételezéssel, az előírt dokumentáció és a végrehajtó állomány (egészségügyi könyv, védőoltások megléte, egyéni ápoltság, védőfelszerelés viselése...) ellenőrzésével biztosítja az előírások maradéktalan betartását. A kialakított vízellátó rendszer hatósági ellenőrzését a MH Egészségügyi Központ bázisán, másodlagos beosztásokkal létrehozott, hatósági laborkapacitással rendelkező Közegészségügy-járványügyi Szolgálat látja el. A rendelkezésre álló laborkapacitás a béke időszaki ellenőrzések végrehajtásához elegendő, azonban a Honvédség egészét érintő művelet esetén a labor saját állományával csak korlátozottan képes a megnövekedett igényeket kiszolgálni.



mintavétel és elemzés végrehajtását követeli meg. Egy műveleti laboratórium kialakítása tehermentesítené a hatósági laboratórium munkáját és fenntartaná a végrehajtó állomány folyamatos felügyeletét.



2. ábra: Háttérlabor – műveleti labor koncepció<sup>4</sup>

Ebben a két szintű rendszerben (lásd 2. ábra.) a műveleti labor feladatai az alábbiak lennének:

- A csapatok műveleti vízellátó eszközeinek, magának a kialakított vízellátó rendszernek a folyamatos ellenőrzése.
- A mintavételek szakszerű végrehajtása és ellenőrző laborvizsgálatok végrehajtása.
- Tehermentesíti és kiegészíti a háttérlabor tevékenységét.

Az ellenőrzés első lépcsője a műveleti labor vizsgálata, ha ez negatív, akkor kerülhetne sor a háttérlabor hatósági vizsgálatára. Műveleti körülmények között, a műveleti labor negatív vizsgálati eredménye birtokában megkezdődhetne a berendezések alkalmazása.

## Minőség

A Magyarország területén, a 201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről, határozza meg az ivóvízellátással kapcsolatos minőségi követelményeket. Ez alapján a Magyar Honvédségnek is a körülményektől függetlenül a rendeletben meghatározott minőségi követelmények figyelembevételével kell kialakítani a műveleti vízellátó rendszerét. Ez a szabályozás szinte teljesen egyedi. A NATO (North Atlantic Treaty Organizations, Észak Atlanti Szövetség Szervezete) tagországok

<sup>4</sup> Az ábrát a szerző készítette.

vonatkozásában nincs másik államról tudomásom, ahol a honvédségi vízellátás üzemeltetése során a civil lakossági vízellátásra vonatkozó minőségi előírásokat kellene alkalmazni.

A vízminőség ellenőrzése tekintetében két, egymástól markánsan elkülönülő területről beszélhetünk. Az első a szükséges ivóvíz beszerzése vagy előállítása. Ebben az esetben a közműhálózatról vagy víztisztító berendezésből származó ivóvizet, az első alkalommal a legteljesebb vizsgálatnak kell alávetni, melynek során a 201/2001. Kormányrendelet 1. melléklete minden pontja szerint vizsgálni kell a felhasználandó vizet. Majd ezt követően a kapott eredmény birtokában lehet meghatározni a további vizsgálatok tartalmát és gyakoriságát.

A második a beszerzett ivóvíz tárolása- szállítása, jellemzően tartályautók alkalmazásával, melynek során a legnagyobb problémát a szállított ivóvíz minőségének megőrzése jelenti. Ebben az esetben a legteljesebb vizsgálatról el lehet tekinteni, mivel már előzetesen ellenőrzött minőségű ivóvízről van szó. A végrehajtott ellenőrzésnek ekkor azt kell bizonyítania, hogy a szállítás során nem kerül határértéket meghaladó mértékben idegen anyag a vízbe, sem az alkalmazott anyagokból, sem az alkalmazott technológia hatására, sem pedig kezelői mulasztás hatására.

#### Időszükséglet

A vízellátás során az igénybevett víztisztító és kezelő berendezések teljesítmény adatai egzakt módon rendelkezésre állnak, azok valójában a termelés beindulása után nem is időszükségletként jelentkeznek, hanem olyan kiindulási teljesítményadatként, ami meghatározza a rá épülő egyéb tevékenységek lehetőségeit. Az alábbiakban a tároló- és szállítóeszközök feltöltésének és leengedésének időszükségleteit mutatom be, mivel ezek mértéke meghatározó a vízellátás alakulásában.

A tartályok töltésekor vagy szivattyút alkalmazunk, vagy a rendszerben uralkodó nyomást használjuk ki. A tűzoltóságtól kapott információ alapján, a közműhálózatra csatlakozó tűzcsap esetén, átlagosan 1000 liter/perc-es feltöltési sebességgel lehet számolni. Ez alapján, nagyjából 8 percig tart egy 8000 literes tartályautó töltése. A szivattyú alkalmazása esetén a szükséges idők alakulását a 1.2. táblázat szemlélteti. A bemutatott értékeket meg kell növelni a fel és lecsatlakozáshoz és az adminisztrációs feladatok elvégzéséhez szükséges idővel. A víztisztító század eddigi tapasztalatai alapján ez további 5–10 percet jelent.

A legmodernebb vízszállító eszközünk, a RÁBA H-25 ivóvíz-szállító terepjáró tehergépkocsi a tartályát saját szivattyúval képes tölteni és üríteni 15 m<sup>3</sup>/órás teljesítménnyel.

Szivattyú szállítási teljesítménye [m <sup>3</sup> /óra]	Feltöltési idő [perc]	
	5000 literes tartályautó	8000 literes tartályautó
5	60	96
10	30	48
15	20	32
20	15	24
25	12	19.2
30	10	16

1. táblázat: Tartályautók feltöltési ideje<sup>5</sup>

### *Rendelkezésre álló eszközök*

Ebben az alfejezetben az MH vízellátásban alkalmazott eszközein keresztül röviden bemutatom a vízellátásban alkalmazott eszköztípusokat, a víztisztító eszközöktől kezdve a katonák egyéni felszereléséig.

### *Víztisztító berendezések*

A mai modern katonai víztisztításban a fő hangsúly a fizikai szűrésen van, amit esetenként vegyszeradagolással tesznek hatékonyabbá. A hadi vízellátásban alkalmazott víztisztító berendezések jellemzően különböző üzemi nyomáson üzemeltett fordított ozmózis elvén működő szűrőegységekkel állítják elő az ivóvizet. Előszűrőként pedig mikro és/vagy ultraszűrést alkalmaznak. Esetenként már az előszűrés hatására ivóvíz minőség keletkezik. Az ilyen módon kialakított víztisztító berendezések fő jellemzője a környezeti körülményektől nagymértékben független, megbízható tisztítási teljesítmény.

### *Zászlóalj mobil víztisztító állomás*

A Magyar Honvédségben 1996 óta rendszeresített a zászlóalj mobil víztisztító állomás, lásd 3. ábra. A berendezés 2 darab ZENON MINI ROWPU egységet tartalmaz, melyek egységes konténer-felépítményben lettek elhelyezve, amit RÁBA H-18 terepjáró tehergépkocsi szállít MULTILIFT rendszer segítségével. Kezelőszemélyzete 4 fő, telepítési ideje az ivóvíztermelés beindulásáig terepviszonytól függően 1–1,5 óra. Termelékenysége ABV szennyezettségű vízforrásból 250 liter/óra, normál felszíni vízforrásból 500 liter/óra.

<sup>5</sup> A táblázatot a szerző készítette.



3. ábra: Zászlóalj mobil víztisztító állomás <sup>[6]</sup>

A víz tisztításához vegyszermentes ZeeWeed® ultraszűrést és fordított ozmózis (a továbbiakban RO, a technológia leírása az 5. fejezetben található) technológiát használ. A működéséhez szükséges energiát utánfutóra szerelt 20 kW-os aggregátor biztosítja. Egy berendezéshez 5 m<sup>3</sup> tárolókapacitás tartozik. Jellemzője a nagyfokú mobilitás és elfogadható termelékenység. Tervezhető munkanapja 23 óra. 5 °C alatti hőmérséklet alatt nem használható!

#### *Nagyteljesítményű tábori víztisztító állomás*

2004-ben került rendszeresítésre a nagyteljesítményű tábori víztisztító állomás, lásd 4. ábra. Az ADROWPU berendezés 20 lábás szabványos konténerbe van beépítve, telepítéskor csak a feladó szivattyúkat és a nyomóágat, valamint a kiadóágat a tároló tartályokkal, kell telepíteni. Szállítása bármilyen 20 lábás önrakodó konténerszállító berendezéssel megoldható. Kezelőszemélyzete 5 fő, telepítésének ideje max. 5 óra, azonban az ivóvíztermelés beindításához további 34 óra fertőtlenítésre van szükség. Termelékenysége ABV szennyezettségű vízforrásból 2400 liter/óra, normál felszíni vízforrásból 5000 liter/óra, tengervízből 2800 liter/óra. A víz tisztításához vegyszeradagolással hatékonyabbá tett ultraszűrést és RO technológiát használ. A működéséhez szükséges energiát beépített 80 kVA-os aggregátor biztosítja, vagy külső hálózatról is üzemeltethető. Ebben az esetben a szükséges energiaigény: 3 fázis 400 V, 116 A. Egy berendezéshez 60 m<sup>3</sup> tárolókapacitás tartozik. Jellemzője nagyfokú termelékenység, és a korlátozottabb mobilitás. Tervezhető munkanapja 20

<sup>6</sup>Szabó Sándor: *Speciális műszaki technikai eszközök és felszerelések alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelemben*, HADTUDOMÁNY [online] 2009, 22. p. [http://mhht.eu/hadtudomany/2009\\_e\\_5.pdf](http://mhht.eu/hadtudomany/2009_e_5.pdf) 2010. 01. 04.

óra. -25 °C hőmérsékletig alkalmazható.<sup>[7]</sup> Az MH jelenleg 8 készlettel rendelkezik a berendezésből.



4. ábra: Nagyteljesítményű tábortisztító állomás<sup>8</sup>

#### Tömlőtasakos csomagoló berendezés

A TTR-18 tömlőtasakos csomagoló-berendezés szintén 2004-ben került rendszeresítésre, lásd 1.25. ábra. Az eszköz 15 lábas szabványos konténerben lett kialakítva, melyet MULTILIFT rendszerrel képes mozgatni a hordozó tehergépkocsi. Kezelőszemélyzete 3 fő, telepítésének ideje 20–30 perc, azonban a baktériummentes környezet kialakítása további 10–24 órát vesz igénybe (időjárástól függően). Óránként 900 liter víz csomagolását képes megoldani 0,5 vagy 1 literes plastik zacskókba (mint a tartós tej). Saját áramforrással nem rendelkezik, áramellátását az ADROWPU berendezés biztosítja, vagy külső hálózatról oldható meg (240 V, 16 A). Jellemzője a nagyfokú mobilitás, gyors munkába állás. Tervezhető munkanapja 20 óra.<sup>[9]</sup> A csomagoló berendezés az érvényben lévő szabályok szerint csak az ADROWPU víztisztító berendezéssel együtt, zárt rendszert képezve üzemeltethető. Az MH jelenleg 8 készlettel rendelkezik a berendezésből.

<sup>7</sup>Padányi József–Kállai Ernő: *A vízellátás új technikai berendezése*. Katonai Logisztika, 2005. 2. szám, 195. oldal.

<sup>8</sup> A fotót a szerző készítette.

<sup>9</sup>Padányi József–Kállai Ernő: *Új víztisztító berendezés a Magyar Honvédségben*. Haditechnika, 2005. 2. szám, 65. oldal.





5. ábra: Tömlőtasakos csomagoló berendezés<sup>10</sup>

Vízszállító- tároló eszközök



6. ábra: RÁBA H-25 ivóvíz-szállító terepjáró tehergépkocsi 8 m<sup>3</sup>-es szállítóképesség<sup>11</sup>

Az ivóvíz tárolásának és szállításának legegyszerűbb módját a különböző méretű tartályokkal felszerelt gépjárművek és vontatmányok jelentik, lásd 6-7. ábrák. Az MH technikai eszközparkja folyamatos modernizációjának eredményeként mára három típusú vízszállító terepjáró tehergépkocsi és egy vízszállító utánfutó áll rendelkezésre erre a feladatra. A régebbi időszakból még megmaradt az 5–5 m<sup>3</sup>-es kapacitással rendelkező URAL 4320 és a DAC 665G vízszállító terepjáró tehergépkocsi. Új eszközként pedig már rendelkezésre áll a RÁBA H-25 vízszállító terepjáró tehergépkocsi 8 m<sup>3</sup>-es tároló kapacitással. Valamint rendelkezésre áll 1 m<sup>3</sup>-

<sup>10</sup> A fotót a szerző készítette.

<sup>11</sup> A fotót a szerző készítette.

es tárolási kapacitással vízz szállító utánfutó. A nagyobb mennyiségű tároláshoz nagy befogadó képességű műanyag flexibilis tartályok kerülnek alkalmazásra.



*7. ábra: Vízz szállító utánfutó<sup>12</sup>*

#### Egyéni felszerelés

A vízellátás utolsó lépcsőjét a katonák egyéni felszerelését képező víztároló eszközök jelentik. A Magyar Honvédségben minden katona rendelkezik 1 literes alumínium kulaccsal, valamint a sivatagi felszerelés-kiegészítésben részesülő katonák számára rendelkezésre áll Camelbak típusú háti italzsák lásd 8. ábra.

Az utóbbi időben egyre inkább teret nyer a palackozott ivóvíz katonai alkalmazása, melynek szállítása gyakorlatilag bármilyen teherautóval megoldható.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> A fotót a szerző készítette.

<sup>13</sup> Padányi József: A békefenntartó műveletek műszaki támogatásának tapasztalatai. Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2001. Budapest 66. oldal.



8. ábra. A rendszeresített kulacs és italzsák<sup>14</sup>

### *Összegzés*

A Magyar Honvédség nemzetközi összehasonlításban is modern víztisztító képességgel rendelkezik. Mint ahogy a többi katonai víztisztító, vízellátó eszköz, úgy a magyar eszközök is nehéz terepi viszonyok közötti biztonságos alkalmazásra lettek kialakítva. Ebből következően ezek az eszközök nemcsak a katonai műveletek során, hanem a civil vízellátó rendszerek sérülése esetén a szükségvízellátás kialakításában is megfelelően alkalmazhatóak.

Mindamellet, hogy a modern víztisztító berendezésekre nem jellemző a kémiai tisztítási folyamatok alkalmazása, hanem csak a fizikai szűrés, számos különböző technikai kialakítással találkozhatunk, melyekben csak a fordított ozmózis alkalmazása tűnik a közös pontnak. A hasonló kialakítás ellenére, főleg az előszűrési technológiák változatos kialakítása miatt, a különböző eszközök alkalmazhatósága nagyon változatos.

Úgy gondolom, hogy a jövőben a globális felmelegedés hatásainak egyre fokozódó megjelenésével párhuzamosan egyre nagyobb szükség lesz a mobil víztisztító eszközök alkalmazására úgy a katonai műveletek során, mint a civil lakosság ellátása érdekében is. Ezért szükségesnek tartom a terepi víztisztító berendezések folyamatos fejlesztését, a modern technológiákban rejlő potenciál minél hatékonyabb kiaknázása érdekében.

---

<sup>14</sup> A fotót a szerző készítette.

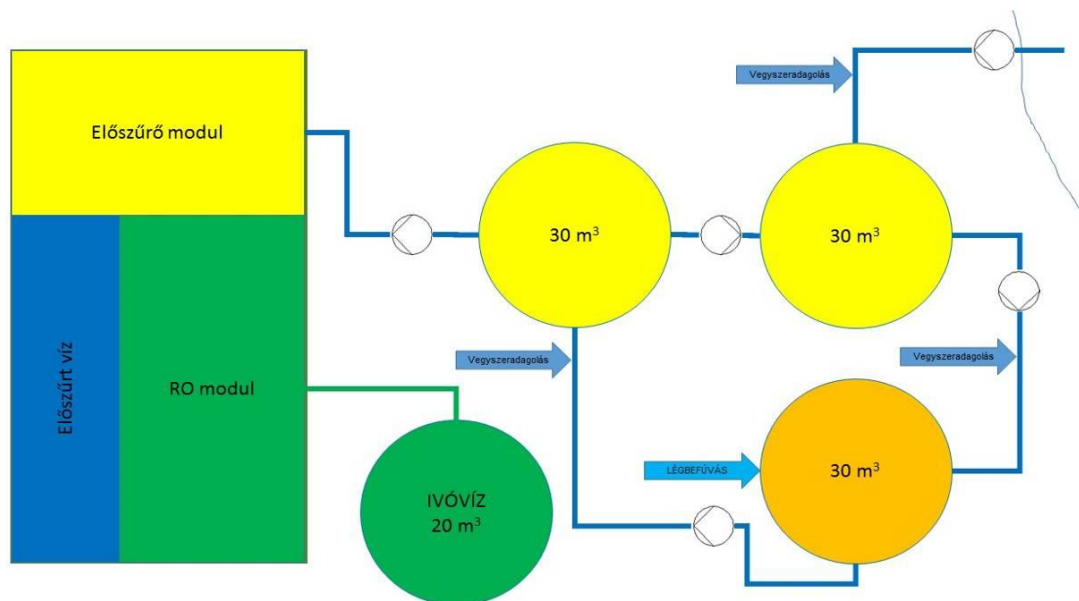
## *Javaslatok*

A mobil víztisztító berendezések fejlesztése érdekében célszerű lenne kihasználni, hogy a Magyar Honvédségben (víztisztító század) jelentős tapasztalat halmozódott fel a mobil terepi víztisztítással kapcsolatban. Ennek egyik módja lehetne egy kísérleti berendezés kialakítása, mellyel meg lehetne vizsgálni a terepi víztisztításban alkalmazható modern eljárások és eszközök hatásosságát, egymással való kombinálás lehetőségeit.

A kísérleti berendezésnek az alábbi minimális feltételeknek kellene megfelelnie:

- A berendezés összes elemének tárolásához 2 db. 20 lábas konténerre lenne szükség.
- Az egyik konténerben ki kellene alakítani egy olyan tartályt, amiben a különböző előszűrőket lehet tartósan üzemeltetni. Ennek olyan méretekkel kellene rendelkezni, hogy bármilyen típusú szűrő alkalmazható legyen. A tartályhoz kapcsolódó gépészetnek lehetővé kellene tennie, hogy mind a szívott, mind a nyomott vizes szűrőket üzemeltetni lehessen, a tartályba juttatott vízhez vegyszert lehessen adagolni és legyen mód légbefúvás alkalmazására.
- Szükség lenne egy legalább 3000 literes tartályra az előzővel azonos konténerben az előszűrt víz tárolására.
- Szükség lenne egy nagynyomású rendszerre, mellyel a különböző típusú RO rendszerek tesztelését lehet végrehajtani. Követelmény a 70 bar üzemi nyomás biztosítása szabályozható szállítási teljesítmény mellett.
- A másik konténerben lehetne tárolni a flexibilis tartályokat és az előszűréshez szükséges gépészeti elemeket, valamint ki kellene alakítani egy akkora üzemanyagtartályt, hogy a beépített aggregátor legalább egy hétig tudjon üzemelni feltöltés nélkül.
- Szükség lenne még nagyteljesítményű szivattyúkra, vegyszeradagolókra, nyomás és áramlás távadókra, elektromos és kézi szabályzású csapokra és szelepekre valamint egy központi szabályzó egységre.

Az eszköz elvi felépítési vázlatát a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra: Kísérleti víztisztító berendezés elvi vázlata<sup>15</sup>

Felhasználhatóság:

- Ezzel a kísérleti berendezéssel meg lehetne keresni a mobil víztisztításban alkalmazható leghatékonyabb tisztítási eljárást, vagy eljárások kombinációját.
- Segítségével növelhető lenne az ADROWPU berendezések tisztítási teljesítménye.
- Pontosan meg lehetne határozni az MH következő víztisztító berendezéseinek paramétereit.
- Oktatási és kiképzési célra is felhasználható lenne.
- A víztisztításban alkalmazható fertőtlenítési és higiéniai eljárások hatékonyságának vizsgálatára is alkalmas lenne.

#### Felhasznált irodalom

1. Padányi József–Kállai Ernő: A vízellátás új technikai berendezése. Katonai Logisztika, 2005. 2. szám, 195. oldal.
2. Padányi József–Kállai Ernő: Új víztisztító berendezés a Magyar Honvédségben. Haditechnika, 2005. 2. szám, 65. oldal.
3. Szabó Sándor: Speciális műszaki technikai eszközök és felszerelések alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelemben, Hadtudomány [on-line] 2009, 22. p. [http://mhtt.eu/hadtudomany/2009\\_e\\_5.pdf](http://mhtt.eu/hadtudomany/2009_e_5.pdf) Letöltve: 2010. január 4.

<sup>15</sup> Az ábrát a szerző készítette.

4. Padányi József: A békefenntartó műveletek műszaki támogatásának tapasztalatai. Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2001. Budapest 66. oldal.

## *Für Gáspár: Terepelemzés<sup>1</sup>*

A terep elemzésével, értékelésével kapcsolatos módszereket, eljárásokat hozzá kell igazítanunk a NATO tagállamokban elfogadott munkamódszerekhez. Tanulmányomban a NATO katonai terminológiával harmonizáló terepelemzési eljárást mutatom be. A terepelemzés a terep, különböző releváns tényezőkkel kombinált, természetes és az ember alkotta jellegzetességeit leíró földrajzi információk gyűjtése, elemzése, értékelése és értelmezése, a terep katonai műveletekre gyakorolt hatásának előrejelzése érdekében. Választ kell adni azokra a kérdésekre, hogy miért kell végrehajtani a terepelemzést, mit elemzünk, hol hajtjuk végre az elemzéseket, az elemzésekkel szemben milyen követelményeket kell támasztani, milyen szempontok alapján hajtjuk végre az elemzéseket. E folyamatok elméletét és eljárásrendjét a doktrinális irodalmak rendszerében is célszerű megjeleníteni.<sup>2</sup>

### *Bevezetés*

A bevezetésben arra teszek kísérletet, hogy bemutassam, miért kell végrehajtani a terep elemzését. Az összefegyvernemi harc kimenetelét, az ellenség feletti győzelmet döntően befolyásolják: az erőviszonyok, a tüzerő, a manőverek, a védettség, a humán tényező (a kiképzés színvonala, az erkölcsi és morális állapot, az állományról történő mindenoldalú gondoskodás, stb.), a parancsnokok jártassága, helyzet-felismerő képessége, a gyors gondolkodás, a megbízható híradás, a mindenoldalú biztosítás és a harctéri körülmények.”<sup>3</sup>

A kijelölt harcterületen a terep és az időjárás, valamint az évszak és napszak a fegyverek hatásaival kombinálva, velük kölcsönös összefüggésben alkotja a harctéri körülményeket. A harctéri környezet értékelése magába foglalja a harc területének az értékelését, tekintettel a saját és az ellenséges erők átfogó elemzésére, valamint a működési terület környezetére. A terep és az időjárás értékelésén a hangsúly arra helyeződik, hogy azok mennyiben befolyásolják a harctevékenységet. Azon ellenséges erők, amelyek feltételezhetően tevékenykedni fognak a harc területén (szárazföldi, légi és ahol az lehetséges, a haditengerészeti erők) abból a szempontból kell elemezni, hogy mi a lehetőségük az időjárás, a terep vonatkozásában, valamint saját erők alkalmazása esetén. A harcterület elemzésekor a figyelmet elsősorban azokra a fontos területekre és jellemző tereptárgyakra kell összpontosítani, amelyeket

---

<sup>1</sup> „Katonaföldrajz- geoinformációs technológiák” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Krajnc Zoltán: Alakulóban a Magyar Honvédség doktrinális irodalomrendszere, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2003.

<sup>3</sup> A Magyar Honvédség szárazföldi haderőnemének harcszabályzata IV. rész szakasz, raj, kezelőszemélyzet, honvéd. A Magyar Honvédség kiadványa 2012. 24. oldal

feltétlenül figyelembe kell venni a terepértékelés során. Ez segítséget nyújt a terep elemzőinek annak megítélésében, hogy milyen információkra, eszközökre és támogatásra van szükség ahhoz, hogy a terepelemzés teljes értékű legyen.

A továbbiakban tisztázzuk a terepelemzés, a terepelemző rendszer és a terepelemzési termékek fogalmát. „A terepelemzés a terep különböző, releváns tényezőkkel kombinált, természetes és az ember alkotta jellegzetességeit leíró földrajzi információk gyűjtése, elemzése, értékelése és értelmezése, a terep katonai műveletekre gyakorolt hatásának előrejelzése érdekében.

A terepelemző rendszer a terepi információkkal kapcsolatos katonai követelményeket gyorsan és minden részletre kiterjedően, analóg illetve digitális formában kielégítő rendszer. E rendszerben az egyes terepadatok strukturált módon történő gyűjtése és tárolása lehetővé teszi ezek flexibilis hasznosítását a különféle terepelemzési termékek szolgáltatásában. A terepelemzési termékek a terepelemző rendszerből származó, zömmel grafikus formában megjelenített egyezményes és nem egyezményes szerint készült termékek, melyeket a katonai döntéshozatalban alkalmaznak.”<sup>4</sup>

#### *Gondolatok a terepelemzésről*

Mit elemzünk? A terep katonai szempontból fontos elemeit.

A terep katonai szempontból fontos elemeit részletesen a STANAG<sup>5</sup>3992 tartalmazza.

A mit elemzünk kérdésre a következő választ adhatjuk címszavakban:

- a felszíni formákat;
- a növényzetet;
- a felszíni vizeket;
- közlekedési hálózatot;
- az urbanizált területeket;
- a talajokat;
- a különleges jellemzőket.
- Hol elemzünk? A műveleti területen.

A műveleti területtel kapcsolatos aktuális felfogást a harcászati szabályzatok tartalmazzák. Az összefegyvernemi műveletek a műveleti területen kerülnek végrehajtásra. A műveleti terület négydimenziós (szélesség, mélység, magasság, idő) kiterjedésű. A műveleti

---

<sup>4</sup>STANAG 3992 MGD-Terrain Analysis –AGEOP-1(A) 301. Definíciók 2006. 01. 11.

<sup>5</sup>Standardization Agreement - egységesítési dokumentum



terület magába foglalja az alegységek felelősségi területét, a befolyásolási területet és az érdekeltségi területet. A műveleti terület három összetevője közül csak a felelősségi területet jelöli ki az előjáró. A másik két terület a parancsnok értékelése alapján kerül kijelölésre.

A parancsnoknak a lehető legjobban meg kell ismernie a befolyásolási valamint az érdekeltségi területet, hogy a lehető leghatékonyabban tudja tervezni és alkalmazni a rendelkezésre álló erőket a meghatározott végállapot elérése céljából.

### *A terepelemzés általános katonai szempontjai*

A terepelemzők a terep katonai vonatkozásaira összpontosítanak, amelyet egyöntetűen OCOKA-nak neveznek (observation and fields of fire, concealment and cover, abstacles, key terrain, and avenues of approach and mobility corridors = figyelés és tűzterület, rejtés és fedés, akadályok, kulcs-terepszakaszok, mozgási folyosók és megközelítési útvonalak). Ezek a tényezők magukba foglalják:

- figyelés és tűzterület;
- rejtés és fedés (álcázás);
- akadályok;
- kulcs-terepszakaszok;
- mozgási folyosók, megközelítési útvonalak (légi és földi).

### *Megfigyelés és tűzterület*

A megfigyelés magába foglalja a terep hatásának elemzését a figyelés lehetőségeinek és korlátainak meghatározására. A harcmező felderítő előkészítése szövegösszefüggésében ez vonatkozik az optikai és elektronikus láthatóságra is. A harctéri rendszerek magukba foglalják a rádiókat, lokátorokat, lézer távolságmérőket, irányított energia-rendszereket, elektronikus jelfogókat és iránykeresőket, zavaró készülékeket a közvetlen irányzású tűzfegyvereket, amelyek igénylik a láthatóságot ahhoz, hogy hatásosan működjenek. A katona által végrehajtott figyelés (látás útján) mind földi, mind légi megfigyelők részéről ugyancsak igénylik a látóvonalat (LOS = line of sight = látóvonal, a továbbiakban LOS). Légvédelmi célkereső módszerek és eszközök igénylik a LOS-t a saját állásukban és az elsődleges megközelítési útvonalakon.

### *Álcázás, rejtés, és fedés*

Az álcázás, rejtés, védelem a földi és légi megfigyelés elől. A fedés védelmet nyújt a tűz hatása ellen. A rejtés, álcázás életbevágó a tevékenységek biztonsága és a megtévesztés

érdekében. Mindkettő lényeges az ellenséges tűzhatás csökkentése, vagy kivédése érdekében. Az álcázás, rejtés és fedés szorosan kapcsolódik a megfigyeléshez és a tűzterülethez. A harcmező felderítő előkészítését végrehajtó elemzők meghatározzák, hogy a terep milyen hatással van a rejtés és a fedés szempontjából mind az ellenségre, mind a saját erőkre. A harcmező felderítő előkészítését végrehajtó elemző figyelemmel kíséri a figyelés és a tüzelés lehetőségeit légi és földi szempontból egyaránt.

Saját és ellenséges helikopterek egyaránt megkísérlik kihasználni a terepet, és a rossz látási viszonyokat, hogy tevékenységüket rejtse a földi megfigyelés elől. Ezek a kísérletek magukba foglalják a lejtők ellentétes oldalán a leszállásokat (lebegést), a növényzetnek háttérfüggönyként való felhasználását, megnövelve ezzel a repülőgépek álcázásának lehetőségét. Az ellentétes lejtő kihasználása a helikopterek számára fedést kínál a közvetlen irányzású fegyverek tüze ellen. A nagy sebesség, a kis magasságú és a terepkövető (NOE = nap of the earth a továbbiakban NOE) földközeli repülés megnöveli a helikopterek és a merev szárnyú gépek túlélési lehetőségét azzal, hogy lecsökkentik az ellenséges földi erők és légvédelmi fegyverek reakcióidejét. Kisebb sebességű helikopterek a NOE repülési magasságnál a terep fedését még nagyobb hatékonysággal használják ki a repülési manővereknél, ahol erős az ellenség légvédelmi oltalmazása.

Az álcázás rejtés rendkívül fontos a mögöttes harcterület környezetében. A sebezhető mögöttes területi parancsnokságok, és hírközlő berendezések, valamint a támogató alegységek védelme az ellenséges földi és légi megfigyelése ellen létfontosságú. A rendelkezésre álló rejtő és álcázó anyagok felhasználása a légi szállítású, ejtőernyős, gerilla, terrorista, partizán és speciális célú erők ellen (amelyek a mögöttes területeken működnek), igen lényeges kérdés. Elsődleges fontosságú a rejtés és álcázás a mögöttes területek biztonsága, az elhárító és a megtévesztő tevékenységek vonatkozásában. A fedés az ellenséges nagy-hatótávolságú fegyverrendszerek elleni védelem, valamint a mögöttes területeken tevékenykedő ellenséges erők elleni védekezés szempontjából vizsgálandó.

Felső borító (mennyezetszerű) álcázás rejtést nyújt a légi, vagy nagyobb tengerszint feletti magasságból végrehajtott földi megfigyelés ellen. Nyáron, vagy nedves évszakban és télen, vagy száraz évszakban a felső borítású (mennyezetszerű) álcázás térképrátétje bemutatja mely területeken szükséges a felső borítású álcázás növelése. ábra Légi megfigyelés elleni rejtés (álcázás).

### *Akadályok*

Az akadályok természetes tereptárgyak, vagy mesterséges létesítmények, amelyek megállítják, lassítják, vagy elterelik a mozgást. Az akadályok hatása a mozgékonyaságra komoly megfontolás tárgyát képezi a terep-elemzésnek. Az elemzőnek meg kell határoznia, hogy vannak-e a földi, vagy légi mozgást gátló, illetve hátráltató akadályok és milyen hatást gyakorolnak az egész harctevékenységekre azok hatástalanítása, leküzdése, vagy elkerülése. Az elemzőnek azt is meg kell határoznia, hogy az akadályok milyen hatást gyakorolnak a légvédelmi eszközökre és rendszerekre, valamint a mögöttes terület harci támogató és a harci kiszolgáló alegységek elhelyezésére. Az időjárásnak a terep járhatóságára gyakorolt hatását ugyancsak feltétlenül értékelni kell, amikor az akadályok elemzése megtörtént.

### *Kulcsfontosságú terepszakaszok*

A kulcsfontosságú terepszakaszok olyan felszíni sajátosságok, amelyeknek elfoglalása, vagy ellenőrzés alatt tartása jelentős harcászati előnyt biztosít. Kulcsfontosságú terepszakasz a lépcső, a feladat, az ellenség és a helyzet függvénye. Minden olyan terep, vagy terepszakasz, amely növelheti, vagy csökkentheti akár a saját, akár az ellenséges erők képességét a harci erő bevetésére, kulcsfontosságú terepnek, terepszakasznak minősül. Ugyanez vonatkozik az olyan terepre, vagy terepszakaszra, amely elősegíti, vagy gátolja a katonai mozgást, manővert.

Azon kulcsfontosságú terepszakaszok, amelyek különleges hatást gyakorolhatnak a feladat végrehajtására, döntő terepszakasznak minősíthetők. A feladat végrehajtása normális körülmények között függ a döntő terepszakaszok elfoglalásától, vagy ellenőrzésétől.

A mögöttes COIN (elhárítási) harctevékenység alatt potenciális baráti és lázadó ellátó bázisok elhelyezése, lakosság, polgári-katonai vállalatok, biztonsági és PSYOP (pszichológiai műveletek) megfontolások meghatározhatják, hogy melyek a kulcsfontosságú terepszakaszok, vagy pontok. Kulcsfontosságú terepszakaszok ezekben a harctevékenységekben magukba foglalhatják a hírközlés, vagy ellátó raktárterületeket, városi településeket, területeket, ahol a lakosság szimpátiát érez a saját, vagy ellenséges szándékok iránt, valamint a menekülők kiürítési útvonalait.

### *Légi és földi megközelítési útvonalak, mozgást biztosító folyosók*

A légi csapások szempontjából nagyon fontos a légi és földi megközelítési útvonalak olyan utak, amelyen a fegyveres erők elérhetik a kulcsfontosságú terepszakaszt, vagy egy objektumot.<sup>6</sup> A megközelítési útvonalakat a következő meghatározások alapján értékeljük:

---

<sup>6</sup> Krajnc Zoltán, Berkovics Gábor: A szárazföldi csapatok légi támogatása, Új Honvédségi Szemle, (1991-2007)

- katonai mozgás (manőver) támogatásának lehetősége;
- bejárat a kulcsfontosságú terepszakaszhoz és a megközelítés közeli útvonalai;
- a csatornázottság foka;
- rejtés (álcázás) és fedés;
- figyelés és tüzelés;
- akadályok.

Légi és földi mozgást biztosító folyosók a légi és földi megközelítési útvonalak függvényei. Mozgást biztosító folyosók olyan területek a megközelítési útvonalakon belül, amelyek lehetővé teszik a mozgást és a manővereket. Lehetővé teszik a saját és ellenséges erőknek, hogy szervezeten nyomuljanak előre, vagy vonuljanak vissza és kihasználhassák a tömeg, a pillanat, a megrázkódtatás és gyorsaság elveit.

A földi megközelítési útvonalaknak elég szélesnek kell lenniük és elegendő mozgást biztosító folyosóval kell rendelkezniük, hogy támogathassák az erők gyors mozgását és manővereit az egész területen. Az akadályoknak megkerülhetőeknek kell lenniük, vagy elfogadható időn belül csökkenteni kell azokat jelentősebb műszaki támogatás nélkül. Az útvonalakon a rejtésnek (álcázásnak) és fedésnek nagy fontosságot kell tulajdonítani különösen azon erők esetében, ahol nem sikerült légi fölényt elérni.

Légi megközelítési útvonalak és légi mozgékonyt biztosító folyosók lehetővé teszik a légi érzékelők, támadó repülőgépek és légi szállítású erők behatolását. Egy jó légi megközelítési útvonal maximálja a repülőgépek túlélési lehetőségét és tüzelésének hatékonyságát a nagy sebesség és a sokkhatás következtében. A baráti harcterületen belül a terep jellege meghatározza a légi mozgási folyosókat, amelyeken a támadó repülőgépeknek a harcterületre kell belépniük és távozniuk onnan.

A terep elemzése alapján megállapíthatóak azon területek, amelyek az ellenség tervezői számára érdeklődésre tarthatnak számot, de a terep alakulása miatt nem beláthatóak, a parancsnok légvédelmi eszközöket telepíthet oda, hogy megakadályozza a légi felderítést, vagy a támadó repülőgépek alkalmazását e területek ellen. A mögöttes megközelítési útvonalakat annak alapján elemzik, hogy mennyire képesek azok a mögöttes területeken elhelyezett támadó erőket a harctevékenység területére gyorsan átcsoportosítani, valamint mennyire alkalmasak a saját mögöttes területi erők gyors előremozgásának biztosítására. Ugyancsak kiemelkedően fontos annak megállapítása, hogy melyek azok a megközelítési útvonalak és mozgási lehetőséget nyújtó folyosók, amelyeken az ellenséges erő gyors behatolási lehetőséggel rendelkezhet a saját mögöttes területre. Ezeknek az útvonalaknak az elemzésével a mögöttes területek parancsnoka gyorsan telepíthet olyan elemeket a kényes helyekre, ahol azok hatékony

támogatást tudnak nyújtani, ugyanakkor biztosítja a lehető legnagyobb védelmet a potenciális ellenséges betörés ellen.

A megközelítési útvonalak és a mozgékonytámasztó folyók rendkívül lényegesek a HFE eljárásoknál. Ezek szolgálnak kiindulási pontként az ellenség, az időjárás és a terep integrálásához. Ezek ábrázolják alapjába véve a területet, ahol az ellenséges tevékenység valószínűleg megtörténik és meghatározzák a támadó erőnek az útvonalát, melyen végig kell haladnia az azonnali, következő és végső objektum eléréséhez. A megközelítési útvonalak leírása és ábrázolása nem áll meg a FLOT-nál (Forward line of own troops - saját csapataink első vonala), vagy a harcérintkezés felvétel vonalánál. A megközelítési útvonalak kinyúlnak a harcterületen keresztül egészen az ismert, vagy várható objektumig.

A szín, amellyel a megközelítési útvonalakat megjelölik, a harctevékenység típusán múlik. Saját védelmi harctevékenység során az ellenség által támadáshoz felhasznált megközelítési útvonalak és mozgási folyosók elsőrendű fontosságot képeznek. Ilyen helyzetben a megközelítési útvonalakat és a mozgási folyosókat piros színnel jelölik, ezzel is kihangsúlyozva annak fontosságát és az elemzés a legnagyobb ellenséges erő elvi támogatását veszi figyelembe. Saját támadó harctevékenység alatt a saját előnyomulás tengelye rendkívül fontos. Az előnyomulás tengelyét kék színnel jelölik és elsőbbséget élvez mindenekfölött a támadás támogatása szempontjából. Ellentámadási útvonalak, folyosók és tengelyek piros, vagy kék színnel vannak megjelölve, függően attól, hogy azok ellenséges, vagy saját harctevékenységet támogatnak.

#### *Kombinált akadály térképrátét készítése*

Amikor a terep-tényezőket ábrázoló térképrátétet elkészítették és nyilvántartásba vették, a térképrátétekhez szükséges alapvető információk szükségessége nagymértékben csökken. A jelentős terep-jellemzők megtalálhatóak a térképrátéteken, amelyeket az elemző eljárás során tovább fejlesztenek. A kombinált akadály-térképrátétek ábrázolják a terepet száraz, normális és nedves állapotban, hogy megjelöljék a mozgás és a mozgékonytámasztó lehetőségét és arányát a megközelítési útvonalak elemzése céljából.

A térképrátét minden akadályt integrál egyetlen lapon, ezzel nagymértékben leegyszerűsíti a megközelítési útvonal és mozgást biztosító folyosók további elemzését. Az akadályokat keresztvonalakkal sátozott területekkel tüntetik fel. Az üres területek jelzik azt, ahol a manőverezésre lehetőség van. A meteorológiai és a terep-csoport közösen dolgozik azon, hogy a kombinált akadály-térképrátét tükrözze a nedves, vagy száraz átlagos időjárást, amelyek befolyásolják a terep állapotát. az 5. ábra bemutatja a kombinált akadály-térképrátétet.

Az akadályok korlátok közé szorítják a mozgást. A csapadék hatást gyakorol a közlekedési lehetőségekre, lejtőkre, a folyók mélységére, szélességére és a folyóágy állapotára, a vízfolyás sebességére és a láthatóságra. Felhős idő meghosszabbítja a száradási folyamatot. A normális körülmények közötti nehezen járható terep járhatatlanná válik bizonyos időjárási feltételek között, kikényszerítve a saját és ellenséges harctevékenység megváltoztatását.

Kombinált akadály-térképrátétek variációjára van szükség, amely a normális szezonális időjárási körülményeket tükrözi. Az időjárási tényezők térképrátét értékes eszköz arra, hogy utalásokat tegyen a harctevékenységet befolyásoló várható időjárási kondíciókra. A törzsben dolgozó időjárási tiszt időjárási tényező elemző térképrátétet alkalmaz, hogy azonosítsa, hogy milyen időjárási tényezők (paraméterek) befolyásolják a tervezett harctevékenységet, a feladat területét, vagy speciális fegyver-rendszerek működtetését. Mindezek a felsoroltak érzékenyen reagálnak a különböző kritikus küszöbértékekre, amelyeket az időjárási elemek térképrátétén tükröznek.

Az időjárás-előrejelzés kimutatja, hogy mikor és hol várható, hogy az időjárás feltételei a kritikus érték alá csökkennek. Ez képezi az alapját a felderítő elemző megállapításának, hogy a rendkívüli feltételek miként befolyásolják negatívan a tervezett saját harctevékenység és a várható ellenséges ellentevékenység minden egyes fázisát. Az előrejelzés információira a harc időszaka alatt szükség van. Azonban még a harc kezdete előtt idő van arra, hogy olyan térképrátétet készítsenek, amely bemutatja az elmúlt időszakok átlagos időjárási változásait (klimatológia). Felhasználva ezeket az adatokat a felderítő elemző meghatározza a különleges feltételű időszakokat mind például:

- Kombinált akadályok száraz talaj esetén.
- Akadályok a nedves talaj következtében.
- Kombinált akadályok nedves talaj esetén.

A kombinált akadályok térképrátétje alapot biztosít a földi megközelítési útvonalak és mozgást biztosító folyosók azonosítására. annak meghatározásával, hogy az ellenség és saját erők hol mozoghatnak a legkisebb nehézséggel, az elemző összpontosítani tudja figyelmét ezekre a területekre és képes meghatározni a milyen szintű alegység az (szélesség és mélység), amit az útvonal, vagy folyosó még ideálisan támogatni tud.

A megközelítési útvonalak normális körülmények között mozgást biztosító folyosókat is tartalmaznak. Mindkettőnek biztosítani kell megfelelő mozgási és manőver-teret az elemzés alatt álló erő nagyságának megfelelően. A mozgást biztosító folyosók alárendelt szerepet játszanak a megközelítési útvonalakkal szemben és általában úgy tekintik azokat, mint olyan területeket, ahol az erők összetorlódásra kényszerülnek, vagy manőverező képességük korlátok

közé szorul. Fontos arra emlékezni, hogy a megközelítési útvonal egy általános mozgási út az objektumhoz, ugyanakkor a mozgást biztosító folyosó olyan területet képvisel, ahol az erőnek manővereznie kell az akadályok elkerülése érdekében. Általános körülmények között a megközelítési útvonalakat ezred és ennél nagyobb erő szempontjából vizsgálják. Mozgást biztosító folyosókat általában ezred, vagy annál kisebb alegységek vonatkozásában veszik számításba. A mozgást biztosító folyosókat és a megközelítési útvonalakat a 6. ábra mutatja be matrica segítségével, amely egyben tartalmazza a megközelítési útvonalakkal és a mozgást biztosító folyosókkal szemben támasztott követelményeket is.

A kombinált akadály-térképrátét általában feltüntet egy, vagy több mozgást biztosító folyosót. Mivel az ellenséges ezredek általában elkülönített mozgást biztosító folyosókon nyomulnak előre, mindegyik hadosztály megközelítési útvonalának tartalmaznia kell ezred-méretű mozgást biztosító folyosókat. A megközelítési útvonalak és mozgást biztosító folyosók az ellenség gyülekezési körleténél kezdődnek, vagy a saját erők megindulási vonalánál (LD = line of departure), vagy a harcfelvétel vonalánál (LC - line of contact), és a kijelölt objektumokig tartanak.

A repülőgépek - hasonlóan a földi erőkhöz - alkalmaznak megközelítési útvonalakat és mozgást biztosító folyosókat. A helikoptereknek - amelyek közvetlenül támogatják a földi erőket - más igényeik vannak, mint a nagyteljesítményű merev szárnyú repülőgépeknek. Alacsonyabb repülési magasság és a terephez való igazodás, rejtés céljából lehetővé teszi a helikopterek mozgást biztosító folyosóin a földi erők szorosabb támogatását. A nagy teljesítményű merevszárnyú repülőgépeket inkább a megközelítési útvonalak mentén alkalmazzák, amelyek kevésbé függenek a tereptől.

Légi megközelítési útvonalakat valószínűleg kombinált légi és földi támadással nyitnak az ellenség légvédelmi lokátorai és fegyverei hatástalanításával, valamint azon légitámaszpontok ellen, amelyek az ellentámadó (vadász) repülőgépeket kiszolgálják. Ezeket a támadásokat a legközvetlenebb rendelkezésre álló útvonalak felhasználásával folytatják le. Amint a repülőgép beérkezik az általános célterületre, vagy a légvédelem fenyegetése realizálódik, a repülőgép alacsony magasságban repül, hogy a túlélését biztosítsa. A célhoz vezető légi útvonal kijelöli a kedvező terepet a repülőgépek számára, hogy elkerüljék a felderítést és olyan támadó helyzetet vehessenek fel, amely tűzfegyvereik halálos hatását maximálják, ugyanakkor a repülőgép túlélését is biztosítsák. Amikor a biztonságos légi útvonalak kijelölése megtörtént, nagyteljesítményű repülőgépek bombatámadást és légi kiiktató műveleteket hajtanak végre a stratégiai objektumok elleni támadás támogatására.

Az elemzőnek ki kell válogatnia a váltó és elsődleges megközelítési útvonalat és nem kell aggódnia amiatt, ha az útvonalak részben fedik egymást. Emlékeztül: az objektumhoz vezető legközvetlenebb út általában a legmegfelelőbb.

### *Befejezés*

Tanulmányomban választ adtam azokra a kérdésekre, hogy miért kell végrehajtani a terepelemzést, mit elemzünk, hol hajtjuk végre az elemzéseket, az elemzésekkel szemben milyen követelményeket kell támasztani, milyen szempontok alapján hajtjuk végre az elemzéseket. A terepelemzést azért kell végrehajtani, hogy meghatározzuk a terep harctevékenységet segítő és gátló tulajdonságait. A terep katonai szempontból fontos elemeit kell elemeznünk a STANAG 3992-ben meghatározott módszert követve.

A terepelemzést a harcterületen kell végrehajtani a feladat, az ellenség, a terep időjárás, évszak napszak, figyelembevételével úgy hogy egyértelműen világossá tudjuk tenni, hol vannak a kulcsfontosságú vagy döntő fontosságú területek és világossá kell tenni az akadályok figyelembevételével a mozgási folyosókat megközelítési irányokat. A terepelemzést célszerű térinformatikai eszközökkel és módszerekkel feldolgozni. Ehhez a szükséges terepelemző munkaállomások rendelkezésre állnak ArcGis 10.3 szoftverrel. Adatbázisainkat úgy kell átalakítani, hogy maradéktalanul megfeleljenek a STANAG 3992-ben megfogalmazott követelményeknek és az adatok naprakészek legyenek.

### *Felhasznált irodalom*

1. A Magyar Honvédség szárazföldi haderőnemének harcszabályzata IV. rész szakasz, raj, kezelőszemélyzet, honvéd. A Magyar Honvédség kiadványa 2012.
2. FM 34-130 Headquarters Department of the Army Washington, DC, 8 July 1994
3. STANAG 3992 Military Aspects of Terrain Template;  
[www.arcgis.com/home/search.html?q=military+aspects+of+terrain](http://www.arcgis.com/home/search.html?q=military+aspects+of+terrain); 2014. 07. 29. 12:40
4. Visibility and Range Template;  
[www.arcgis.com/home/search.html?q=visibility%20and%20range&t=content](http://www.arcgis.com/home/search.html?q=visibility%20and%20range&t=content); 2014. 10. 07. 18:12
5. Introduction to the Military Aspects of Terrain videó;  
[http://productmedia.esri.com/arcstream/2013/08/2807-introduction-to-the-military-aspects-of-terrain-template\\_960.mp4](http://productmedia.esri.com/arcstream/2013/08/2807-introduction-to-the-military-aspects-of-terrain-template_960.mp4); 2014. 09. 15. 15:19
6. ArcGIS for the military land operations videó;  
[http://media.esri.com/arcstream/2012/03/1106-arcgis-for-the-military-land-operations\\_960.mp4](http://media.esri.com/arcstream/2012/03/1106-arcgis-for-the-military-land-operations_960.mp4); 2014. 09. 23. 17:40



7. How ArcGIS for the Military Supports Land Operations;  
<http://www.esri.com/~media/files/pdfs/library/whitepapers/pdfs/how-arcgis-for-the-military.pdf>; 2014. 10. 07. 18:05
8. Krajnc Zoltán: Alakulóban a Magyar Honvédség doktrinális irodalomrendszere, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2003., pp 5-23.
9. Krajnc Zoltán, Berkovics Gábor: A szárazföldi csapatok légi támogatása, Új Honvédségi Szemle, (1991-2007)

## ***Tuba Zoltán: Az időjárás hatása a katonai műveletekre<sup>1</sup>***

### *Bevezetés*

Már az ókorban felismerték a fizikai környezet változóinak fontosságát a katonai műveletek során, amelyet a történelem az elmúlt évszázadok alatt számos alkalommal bizonyított. A műveletek tervezésének, előkészítésének és végrehajtásának fázisaiban komoly előnyt jelent a légköri változóknak és jelenségeknek, illetve azoknak a fizikai környezetre, technikára vagy élőerőre gyakorolt hatásának pontos ismerete a döntéshozók számára. Ennek fontosságát erősíti meg, hogy a meteorológiai támogatás fogalma és jelentősége a legmagasabb szintű szövetségi és nemzeti doktrínákban, valamint önálló doktrínaként is megjelenik. Jelen tanulmány alapvető célja a potenciálisan elérhető klimatológiai és meteorológiai információk felhasználási lehetőségeinek azonosítása és osztályozása, majd az így nyert információk prezentálása modern geoinformációs technológiák alkalmazásával. Alkalmazva mindezt annak érdekében, hogy a katonai vezetők felkészítése során megvilágítható legyen alkalmazásuk fontossága a döntési folyamatokban.

### *A „Military Aspects of Weather” sablon*

A Military Aspects of Weather (MAoW) sablon az ArcGIS for the Military védelmi és felderítési sabloncsomag részét képezi. Alapvető célja, hogy segítse az időjárás katonai műveletekre gyakorolt hatásának gyors és hatékony vizualizációját és a megjelenítésre előkészített objektumok terjesztését, publikálását. A sablon két előkészített alaptérképet tartalmaz. A klimatológiai térkép azokra az éghajlattani aspektusokra koncentrál, amelyek a legnagyobb hatással vannak a katonai műveletek szempontjából. Az időjárási térkép pedig az egyes műveleti tevékenységek szempontjából vizsgálja az aktuális és az előre jelzett időjárás lehetséges hatásait. Az alapprogram lehetővé teszi a térképek szolgáltatásként való publikációját, ami elősegíti a műveleti tervezéssel és végrehajtással kapcsolatos együttes megjelenítést a döntéshozatali ciklusban alkalmazott platformokon.

A sablon a térképek hatékony és gyors előkészítéséhez egy előre létrehozott speciális eszköztárat biztosít, ami a sajátos klimatológiai és meteorológiai információk importálását és feldolgozását könnyíti meg. Az eszköztárban foglalt eszközök két kategóriába sorolhatók:

- Adat importáló eszközök:
  - WMO<sup>2</sup> állomáshálózati adatok importálása és analízise;

---

<sup>1</sup> „Katonaföldrajz- geoinformációs technológiák” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> World Meteorological Organization –Meteorológiai Világszervezet

- szabványos NetCDF és Grib formátumú előrejelzési produktumok vizsgálata és importálása;
- ICAO<sup>3</sup> azonosítóval rendelkező állomások METAR<sup>4</sup> táviratainak feldolgozása;
- Adatkezelő eszközök:
  - az importált adatok megfelelő struktúrákba helyezése az adatok lekérdezése és megjelenítése érdekében;
  - az aktuális és előrejelzett információk alapján a műveletekre gyakorolt hatások számítása.

A sablon az alaptérképek vonatkozó domainjén (Weather domain) keresztül definiál egy sémát, ami meghatározza a felhasznált meteorológiai változók neveit. Ez teszi lehetővé, hogy a sablon későbbi használata során a külső forrásból származó adatok a séma beállításával egyértelműen megfeleltethetők legyenek a sablonban használt változóknak. A sablon tartalmaz egy minta adathalmazt, de a továbbiakban a hatékonyság jobb szemléltetése miatt a megjelenő térképek és példák saját adatforráson alapulnak.

A további fejezetekben, a térinformatikai programokban általánosan használt szakkifejezéseket valamint az ArcGis szoftver és a MAoW sablon parancsainak, eszközeinek nevét angol nyelven közöljük, tekintettel a későbbi félreértések elkerülésére és a szoftver nyelvére.

#### *Raszter adatok előállítása*

A rendelkezésre álló éghajlati adatok megfelelő formátumra való alakítása után, az adatok készen állnak, hogy megjelenítésre alkalmas objektumokat állítsunk elő belőlük. Ehhez az ArcMap szoftverben kell megnyitnunk a „.txt” vagy „.csv” formátumú adathalmazokat. A beolvasott táblázat adatainak megjelenítését a Display XY data paranccsal hajthatjuk végre. Itt a földrajzi hosszúság és szélesség beállítása után létrehozunk egy point event layer-t. Ezt a további feldolgozás érdekében shapefile-ként vagy feature class-ként kell mentenünk.

A példaként felhasznált adatsor az alábbi meteorológiai változókat tartalmazta:

<i>Rövidítés</i>	<i>Változó neve</i>	<i>Mértékegység</i>
pre	csapadék	mm/hónap
rdo	csapadékos nap	>0,1 mm csapadékú napok havi száma
tmp	átlaghőmérséklet	°C
dtr	átlagos napi hőingás	°C

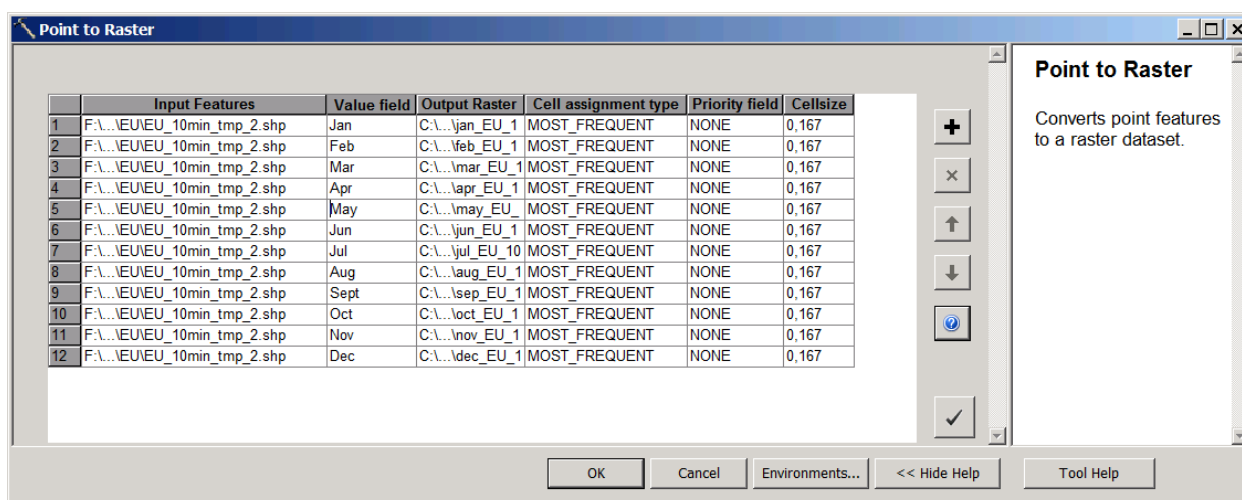
<sup>3</sup> International Civil Aviation Organization – Nemzetközi Polgári Repülésügyi Szervezet

<sup>4</sup> Meteorological Actual Report – aktuális repülésmeteorológiai jelentés

reh	relatív nedvesség	%
sunp	napsütés	havi napsütéses órák száma
frs	fagyos nap	fagyos napok havi száma
wnd	szélsebesség	m/s

*1. táblázat: A klimatológiai briefinghez használt éghajlattani változók és mértékegységeik*

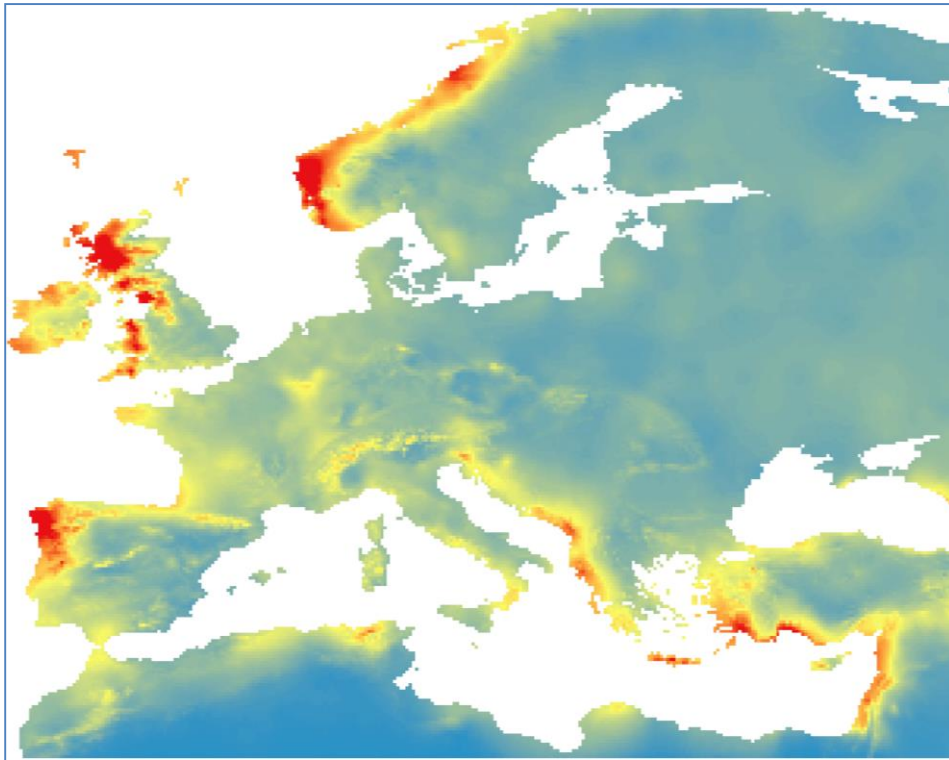
A fenti táblázatban látható változók havi bontásban érhetők el. Egy adott hónap adatainak raszter formába történő konvertálásához a választott hónapot kell megjelölnünk a Point to Raster eszköz beviteli felületén.



A havi adatok feldolgozását felgyorsíthatjuk, ha az eszközt nem hagyományos módon, hanem batch-ként futtatjuk. Itt lehetőség van egy eszköz használata esetén több adatforrás és beállítás megadására. Az eszköz futtatásával előállnak a kívánt raszter fájlok, amelyek már alkalmasak képi megjelenítésre.

### *Adatok megjelenítése*

Ahhoz, hogy az előállított raszter fájlokat megfelelően meg tudjuk jeleníteni, a Calculate statistics eszköz segítségével statisztikát kell rájuk számítani. Ezt a Data Management Toolset-ben vagy Mosaic Dataset esetén az Enhance menüben találhatjuk meg. Az egyes raszter fájlokból a térbeli koordinátáik alapján összekapcsolt Mosaic Dataset-et hozhatunk létre, amely lehetővé teszi az egyes változókhoz tartozó havi adatok időszorként való kezelését.



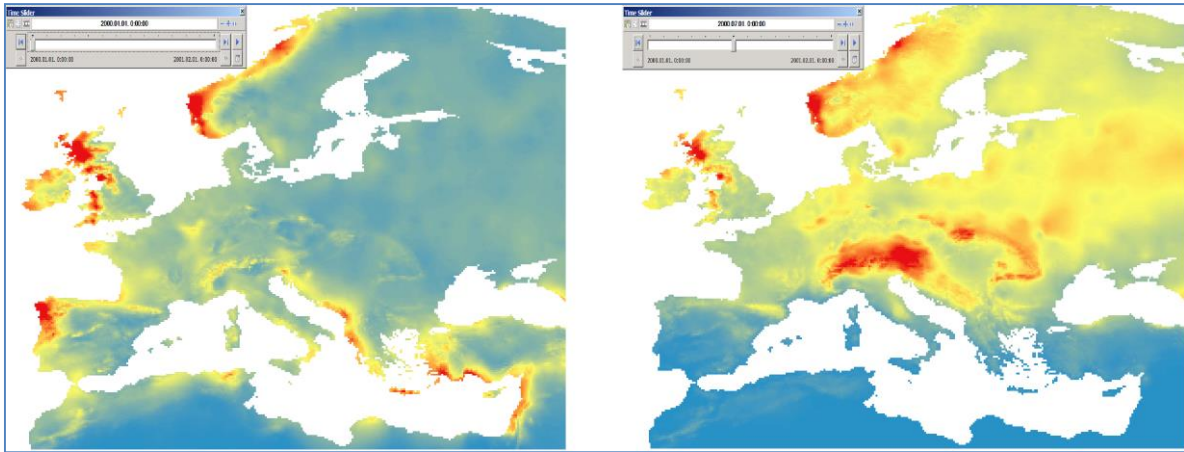
*1. ábra: Átlagos januári csapadékösszeg az európai térségben*

A megjelenítés során használt egységes és rögzített szimbolika természetesen (shapefile-ként) elmenthető és tetszés szerint alkalmazható az összetartozó adatok esetében. Ez lehetővé teszi a havi bontású adatok egyedi értékeinek abszolút összehasonlítását.

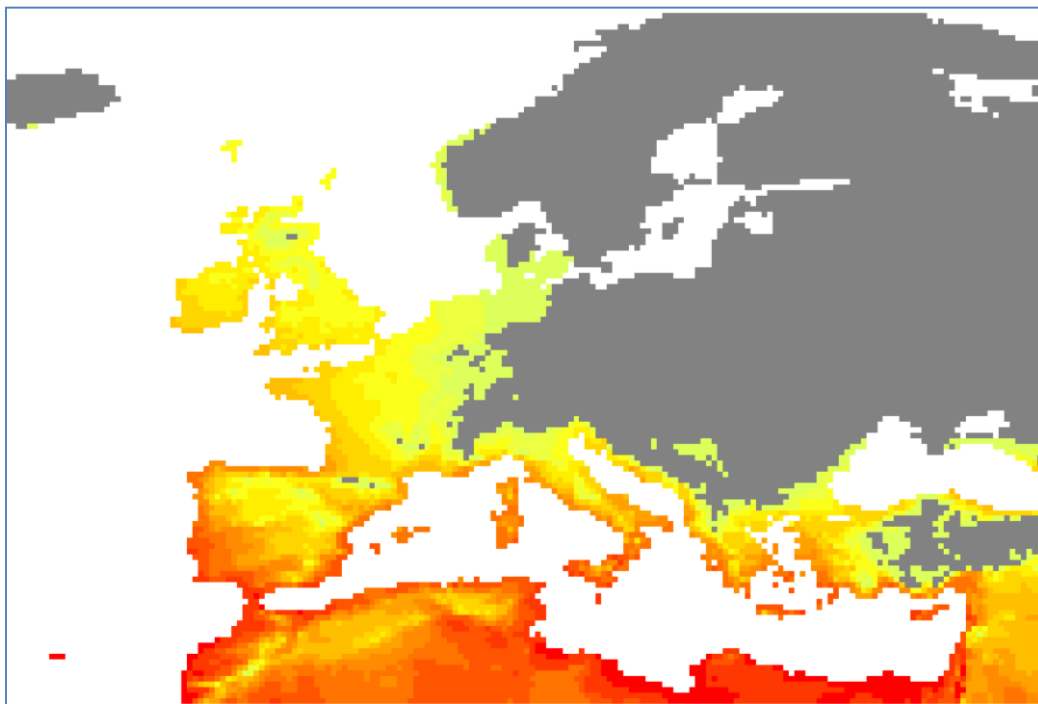
Amennyiben a szükséges adatok, adatbázisok rendelkezésre állnak, akkor az előálló klimatológiai térképek felhasználásával rendkívül összetett terepi ábrázolásokat is megvalósíthatunk. Ilyenre lehet példa egy olyan terepjárhatósági térkép, amely csak adott talajtípus és felszíni vegetáció megléte és a terep adott meredekséget meghaladó lejtése mellett jelöli a kiválasztott határértéket meghaladó átlagos havi csapadékösszeget. Nyilvánvalóan az ilyen összevetéseknek igazán a numerikus előrejelzések felhasználásával lesz igazán nagy értéke, de az éghajlattani információk hasznosításával a stratégiai tervezés szakaszában is fontos támpontot adhatnak a döntéshozatal során.

#### *Klimatológiai idősorok bemutatása*

Ahogy fent említettük, az egyes raszter fájlkból a földrajzi koordinátaik alapján összekapcsolt Mosaic Dataset-et hozhatunk létre, amely lehetővé teszi az egyes változókhoz tartozó havi adatok időszorként való kezelését. Ahhoz azonban, hogy a havi adatokat időszorként tudjuk kezelni, az attribútum táblákban a hónapok kezdő és végdátumát megadó mezőket kell létrehoznunk. Majd a kész Mosaic Dataset Layer Properties paneljén aktiválnunk kell az időfület és be kell állítanunk a megfelelő időlépcsőt is.



2. ábra: Átlagos januári és júliusi csapadékösszeg az európai térségben, a képek bal felső sarkában az időbeli léptetést lehetővé tevő eszköz látható

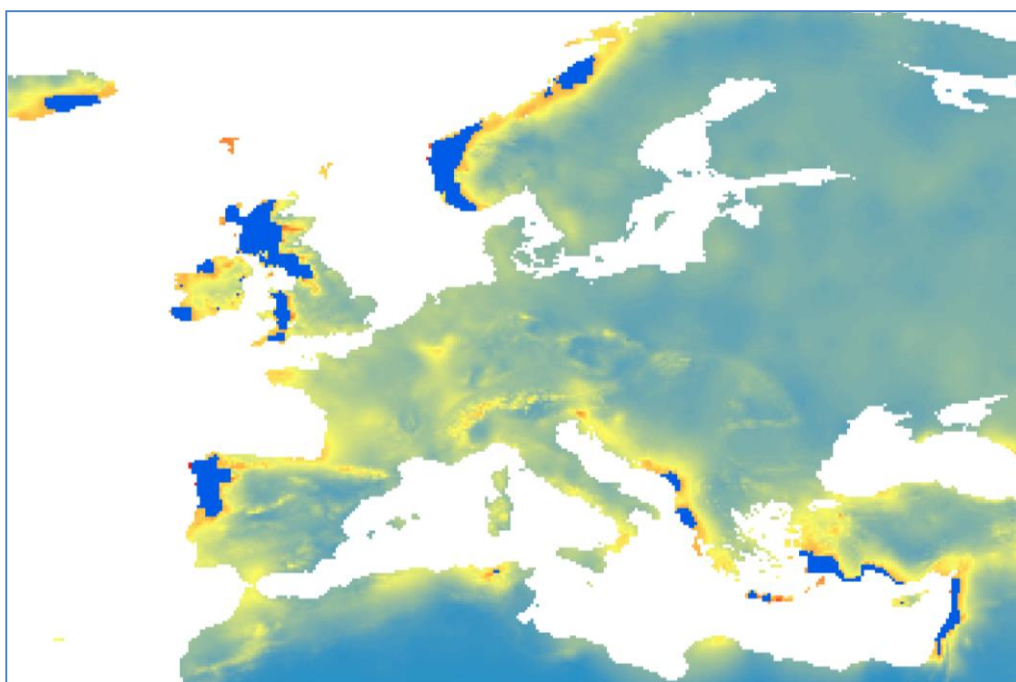


3. ábra: A januári középhőmérséklet az európai térségben, szürke színnel kiemelve a  $0^{\circ}\text{C}$  alatti átlagos hőmérsékleteteket

Ezután már adott lesz a lehetőség, hogy az időbeli léptetést prezentálni tudjuk. Sőt az idősorok adatait képsorozatként vagy videóként exportálhatjuk és publikálhatjuk a kívánt helyeken. Az egyes klimatológiai változók műveletekre gyakorolt hatásának ismeretében pedig az idősorok áttekintésével könnyen kizárhatók az év azon szakaszai, amikor a műveletek végrehajtását várhatóan akadályozza az időjárás. Ezt még látványosabbá tehetjük alkalmas szimbolika megválasztásával. Az 5. ábra a januári átlaghőmérséklet példáján szemlélteti a színezés adta lehetőségeket. A fagypont alatti hőmérsékletek markánsan elkülöníthetők

megjelenítésben, ami nyilván könnyebbé teszi a térkép értékelését, ha valamilyen műveleti tevékenység esetében éppen a 0°C-os középhőmérséklet a határérték.

Az 5. ábrához hasonló megjelenítési lehetőséget mutat a 6. ábra is. Ezen a januári átlagos csapadékösszeg látható annyi kiegészítéssel, hogy a 150 mm-t meghaladó havi összegek kék színnel kerültek kiemelésre. Az 5. ábrához képest annyi pluszt adtunk hozzá itt a megjelenítéshez, hogy a kiemelt területek egy külön raszter réteggént vannak megjelenítve és egy alkalmas eszköz segítségével az adott területen belüli és a határvonalnál megjelenő egyedi pixelek összemosásra kerültek. Az egyedi raszter réteges ábrázolás miatt lehetőség van így arra, hogy csak a kívánt információt tartalmazó réteg kerüljön megjelenítésre.



4. ábra: Az átlagos januári csapadékösszeg az európai térségben, kék színnel kiemelve a 150 mm-t meghaladó értékek

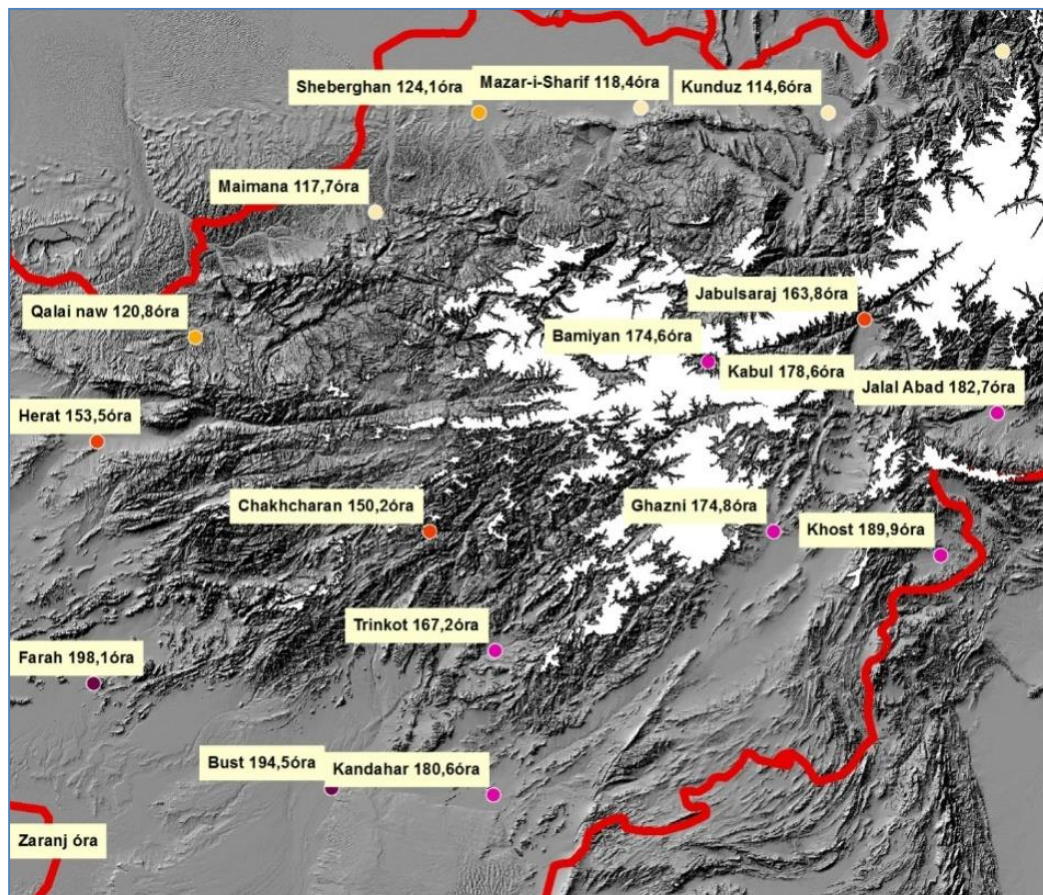
#### *WMO adatok és állomásadatok importálása*

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) felszíni és magas légköri mérőhálózatának aktuális állomáslistája szabadon elérhető a szervezet honlapján. Ez az állomáslista szükséges a klimatológiai idősorok feldolgozásához is, ugyanis ez tartalmazza az egyes állomásokra vonatkozó metaadatokat (például: állomásazonosító, mérési időszak, tengerszint feletti magasság, földrajzi koordináták). A letöltött állomásadatok importálásához a WMO Stations Tool futtatása szükséges. Ez az eszköz a nyers szövegfájlt ideiglenes adatbázis táblává konvertálja és a földrajzi koordináták fok/fokperc formátumát tizedfokra alakítja át. Az új koordináták alapján létrehoz egy point feature layer-t, amelyhez referált koordináta rendszert



rendel és bemásolja a MAoW adatbázis alatt található WMOSTations feature class-ba. Ez lehetővé teszi, hogy az adatbázisba az egyes állomásokhoz hozzárendelve betölthessük az éghajlati adatokat. Az éghajlati adatok a korábbiakban említett források felhasználásával érhetők el. A letöltött és változónként megfelelően elnevezett fájlok adatait az Import WMO Station Data eszköz segítségével hajthatjuk végre. Ez az adatbázisban tárolt WMOStationNumber attribútum alapján kapcsolja össze az adatokat. Létrehoz egy WMOStationData feature class-t, majd a megfelelő mezőkkel feltölti azt, felhasználva a művelet során az Iterate Weather Files és Transfer Weather Files eszközöket.

Az elkészült adatbázis a WMO állomáshálózat egyes állomásaira vonatkozóan tartalmaz, az adott állomás környezetét jellemző klimatológiai információkat. Ez lehetővé teszi a korábban bemutatott területi klimatikus raszterekkel együtt a kiválasztott állomás éghajlati környezetének részletesebb megismerését, mikroklimatikus sajátosságainak meghatározását.



5. ábra: Az afganisztáni állomásokra vonatkozó január havi napsütéses órák száma és fehérrel jelölve a hóhatár az afgán térség domborzati térképén

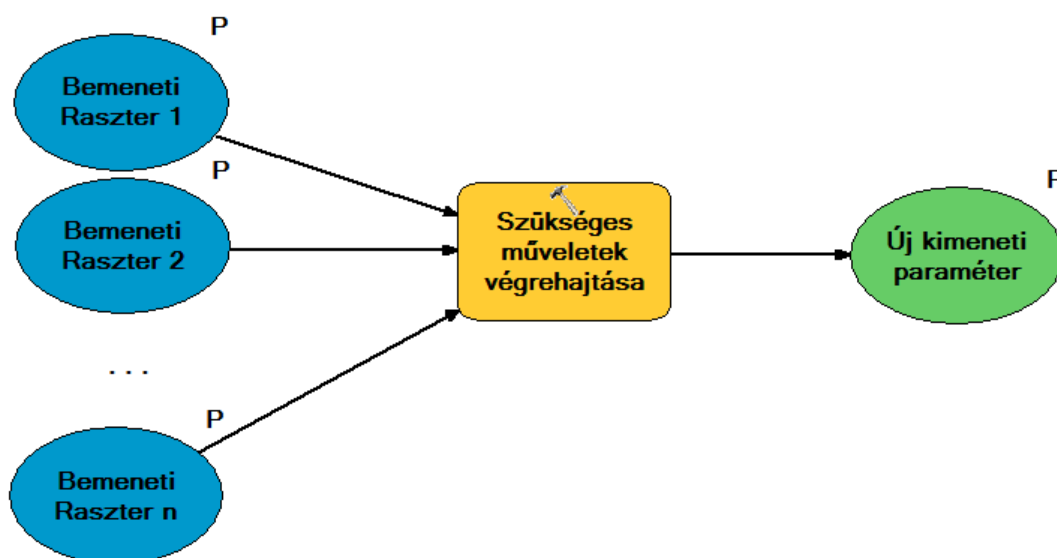
Ahogy az ábrán is látható, az egyes állomásokra vonatkozó klimatikus adatok megjelenítése az adatok alfanumerikus megjelenítése mellett, az állomáskarikák megfelelő színezésével is megtörténhet. Nyilvánvalóan itt az egyes paraméterek kritikus értékeihez



figyelemfelhívó színek rendelkezhetők, így a térképi megjelenítés különösen leegyszerűsíti az információ kiértékelését a döntéshozók számára.

### Származtatott adatok előállítása

A rendelkezésre álló meteorológiai változókból a MAoW eszköztár vonatkozó eszközei segítségével állíthatunk elő új, származtatott meteorológiai paramétereket. Ilyen származtatott paraméterre lehet jó példa a komforthőmérséklet, amit hőmérsékleti, a relatív nedvességi és szélsébségi adatok segítségével lehet előállítani egy formula alapján. Az új mennyiség származtatásához a Modell builder segítségével, a meglévő eszközök/modellek analógiájára egy eszközt kell felépítenünk. A 9. ábra a modell felépítési elvét mutatja. Az így létrehozott eszköz/modell természetesen elmenthető a MAoW eszköztárba, így később tetszés szerint alkalmazható.



6. ábra: Az új származtatott mennyiség létrehozása során használt modell vázlata

Az egyszerűbb származtatott mennyiségek esetén, mint például a hőindex, a modell mindössze két bemeneti paraméter és a Raster Calculator eszköz felhasználásával előállítja a kívánt kimeneti rasztert. Ez egyszerűségében tulajdonképpen az adatkonverziók során bemutatott mértékegység átalakító modellhez hasonlítható. A különbség csak annyi, hogy itt nem egy paraméter különböző mértékegységei, hanem több változó és a kimeneti érték között teremti meg a kapcsolatot a Raster Calculator eszköz. A bonyolultabb származtatott mennyiségek esetén, mint például a szél attribútumok, nem elég egyetlen eszköz a feldolgozás végrehajtásához. Ilyen esetekben több és gyakran sokkal összetettebb eszköz alkalmazására

lehet szükség. Esetenként az is előfordulhat, hogy a bemeneti és kimeneti típusok sem lesznek azonosak, ami további átalakításokat igényel, tovább bonyolítva ezzel a feldolgozás folyamatát.

A nyers adatok importálása során a sablon egyes mennyiségek származtatását automatikusan elvégzi. Az automatizmust a származtató eszközök importálási folyamaton belüli meghívása indítja el. Ez azonban csak akkor valósul meg, ha a bemeneti paraméterek mindegyike elérhető a feldolgozást végző modell számára. Ellenkező esetben a származtatott paraméter előállítása kimarad a folyamatból, amely fennakadás nélkül folytatódik, természetesen részletesen naplózva a hiány okát. Amennyiben az újonnan létrehozott származtatott mennyiségek esetén is igénybe szeretnénk venni a fentiekben ismertetett automatizmust az importálási folyamat során, akkor konfigurálnunk kell a MAoW adatbázis ForecastDerivatives tábláját. Ehhez elsőként fel kell vennünk a táblába az új eszközt, majd meg kell határoznunk annak bementi paramétereit is. A bemeneti és kimeneti paraméterek elnevezésének követni kell a MAoW séma Weather Domainjének beállításait. Szükség esetén (például: új változó bevezetése) magát a MAoW sémát is módosítani kell. Végül be kell még állítani az egyes eszközök futtatási sorrendjét, ügyelve arra, hogy a bemenetként származtatott paramétert használó eszközök futtatása csak akkor történjen meg, ha az a változó már előállt egy másik eszköz vagy modell kimeneteként.

#### *Az aktuális időjárás kezelése*

A MAoW sablonon belül az aktuális időjárási információk METAR távirat alapúak, azaz repülőtéri rutin meteorológiai jelentések feldolgozása révén állnak elő. Ezek a táviratok származhatnak a NOAA NWS5 online METAR adataiból vagy akár saját adatbázisból is.

Előbbi esetben a ProcessMetar szkript futtatásával egyszerűen érhetjük el az internetes forrásból származó információkat. Interneteléréssel nem rendelkező munkaállomás esetén, mint amilyenek tipikusan a katonai számítástechnikai infrastruktúrában használt eszközök, azonban saját adatforrásokra kell támaszkodnunk. Ebben az esetben további előzetes lépéseket kell alkalmaznunk az adatok eléréséhez. Az adatfeldolgozást végző szkript ugyanis a fent említett online adatbázis táviratformátumára van felkészítve és nem alkalmas a nemzetközi meteorológiai távközlési rendszerben terjesztett nyers táviratok fogadására. Az adatok feldolgozásra alkalmassá tételéhez önálló átalakító programot kell létrehozni vagy a fenti modult kell jelentősen átalakítani. Ez a lépés az egyszerű felhasználó szinten túlmutat, haladó szintű Python programozási ismereteket igényel. A fentiekben túl a ProcessMetar.cfg

---

<sup>5</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration National Weather Service – az USA óceáni és légköri ügynökségének nemzeti időjárási szolgálata

konfigurációs fájl módosítása is szükséges lehet a hiánymentes és gördülékeny adatfeldolgozás érdekében.

Amennyiben a METAR táviratok feldolgozása már hiba nélkül, az adatok forrásától függetlenül működik, akkor az adatbeolvasás időzített feladatként kerülhet végrehajtásra, garantálva ezzel az aktuális információk folyamatos naprakészen tartását. Arról azonban nem szabad megfeledkezni, hogy az adatbázis aktuális információkat tartalmazó táblájának frissítése minden esetben törli az összes korábbi információt.

<i>Azonosító</i>	<i>Műveleti tevékenység</i>	<i>Meteorológiai változó</i>	<i>Meteorológiai változó műveleti határértékei</i>		<i>Mérték- egység</i>	<i>Műveleti hatás</i>
42	Tüzérség	Szélesség	0	15	m/s	-2
43	Tüzérség	Szélesség	15	17,5	m/s	-1
44	Tüzérség	Szélesség	17,5	100	m/s	0
45	Tüzérség	Felhőalap	0	750	m	-2
46	Tüzérség	Felhőalap	750	1500	m	-1
47	Tüzérség	Felhőalap	1500	10000	m	0
48	Légvédelem	Látástávolság	0	5	km	-2
49	Légvédelem	Látástávolság	5	100	km	0

2. táblázat: A műveleti határértékeket tartalmazó Operational Thresholds adatbázis tábla részlete

Ha az aktuális információk frissítésre kerültek a megfelelő adatbázisban, akkor az időjárás katonai műveletekre gyakorolt hatásait kiszámító Process New Condition eszköz is futtatható, amely a Current Conditions Handling eszköztárban található. Ez az eszköz az aktuális időjárás egyes paramétereinek különböző katonai műveletekre gyakorolt hatását számítja ki és összegzi az adott művelet vonatkozásában. A számítások feltételeinek megadásához a műveleti határértékeket tartalmazó Operational Thresholds adatbázis táblát használja fel. Az alábbiakban található 3. táblázat a szóban forgó tábla felépítését mutatja be. A műveleti hatás oszlopában található -2; -1; 0 értékek rendre az adott időjárási elem kedvezőtlen, korlátozó és kedvező műveletre gyakorolt hatását jelentik.

Az egyes elemek számított hatásait ezek után a választott művelet kombinált hatásaként összegzik, mégpedig oly módon, hogy az egyedi hatások minimális értéke adja a kombinált hatást. Ez az eljárás garantálja azt, hogy bármely változó kedvezőtlen értékei esetén az összesített hatás is kedvezőtlen lesz.

A műveleti hatások kiszámítása után a kapott információ műveleti tevékenységenként és a hatást gyakorló meteorológiai változónként is megjeleníthető térképes formában.

Az ábrán látható kedvezőtlen, korlátozó és kedvező kombinált hatást rendre piros, borostyán és zöld színek reprezentálják. A kombinált hatást ebben az adott időjárási szituációban az alacsony felhőalap értékek módosították az ábrán feltüntetett kategóriára.

### *Előrejelzések kezelése*

A Forecast Handling eszköztár eszközei az előrejelzési adatbázisba importált meteorológiai előrejelzések kezelésére és az aktuális időjárás egyes paramétereinek különböző katonai műveletekre gyakorolt hatását kiszámítására és összegzésére lettek kialakítva. Ahhoz azonban, hogy az importált előrejelzési információk feldolgozását meg tudjuk kezdeni a Process New Forecast modellel, a bemeneti paramétereknek szigorú szintaktikai, elnevezésbeli szabályoknak kell megfelelniük. Ilyen szabály többek között, hogy az adott meteorológiai változó elnevezésének a MAoW adatbázis Weather Domainjében meghatározott nevet kell követni. Emellett a modell futtatását megelőzően – az aktuális időjárás műveletekre gyakorolt hatásának számításához hasonlóan – szükség esetén módosítanunk kell a 3. táblázatban már bemutatott Operational Tresholds adatbázis tábla vonatkozó mezőit. Amennyiben itt olyan változó vagy művelet megadása is szükségessé válik, ami nem szerepel a táblázatban, akkor annak definiálása előtt először rögzítenünk kell azt a MAoW adatbázis releváns Weather vagy Activity Domainjében. Ellenőriznünk kell továbbá, hogy az Operational Tresholds adatbázis táblában található mértékegységek megegyeznek-e az importált előrejelzések bemeneti mezőinek mértékegységeivel. Különbözőség esetén ugyanis a kiszámított műveletekre gyakorolt hatások nem valós viszonyokat fognak tükrözni, azaz a megjelenített információ megtévesztő lehet a döntéshozatali ciklusban. A fenti műveletek elvégzése után a Process New Forecast modell futtatásával előállnak az egyes időlépcsőkre vonatkozó időjárási raszterek mellett az ugyanarra az időlépcsőre vonatkoztatott egyedi és összegzett műveleti hatások raszterei is. Arra azonban fel kell hívnunk a figyelmet, hogy az összegzett hatás előállítása akkor is megtörténik egy adott katonai művelet vonatkozásában, ha nem áll rendelkezésre az Operational Tresholds adatbázis táblában található összes meteorológiai változó bemeneti paraméterként.

-2	-1
-1	0

Szélesebesség

-1	-2
0	0

Felhőalap

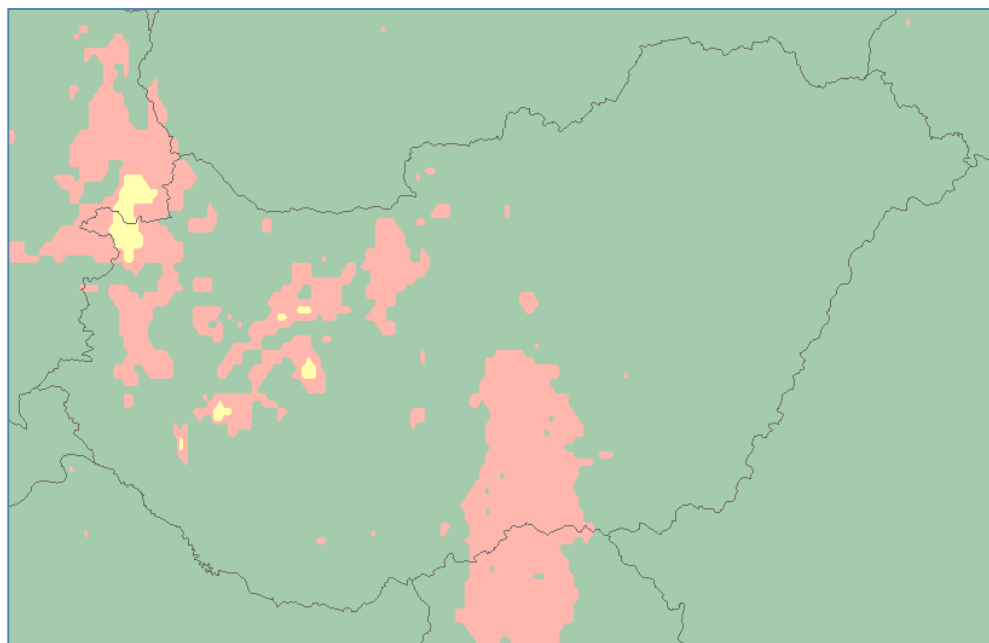
-2	-2
-1	0

Kombinált

7. ábra: A numerikus modell által előre jelzett hőmérsékleti mező Magyarország környezetében

Ilyen esetekben a végfelhasználókat tájékoztatni kell arról, hogy milyen információk nem kerültek felhasználásra a számítások során. Ellenkező esetben – ahogyan korábban említettük – ez azt eredményezheti, hogy a műveletekre gyakorolt hatások nem valós viszonyokat fognak tükrözni, azaz a megjelenített információ megtévesztő lehet a döntéshozatali ciklusban.

8. ábra: Az időjárás kombinált hatása ejtőernyős műveletek esetében Magyarország



környezetében

A meteorológiai előrejelzési információk felhasználásával tehát a modell előállítja az adott művelethez tartozó egyedi hatások rasztereit, majd ezekből kiszámítja az adott műveletre vonatkozó összegzett hatást is. Ahogyan korábban is jeleztük, a kombinált hatást az egyedi hatások minimumaként állítja elő, garantálva ezzel azt, hogy bármely időjárási tényező kedvezőtlen mivolta kedvezőtlen összhatást eredményez.

A kombinált hatásokat megjelenítő térképek általában az ábrán alkalmazott színbeli jelöléseket használják, leegyszerűsítve ezzel a döntéshozatali ciklusban az egyes mezők kiértékelési idejét. Ahogyan a mindennapi életben, itt is a piros színhez kötődik a veszély megjelenítése, a kedvezőtlen hatások reprezentálása, a zöldhöz pedig a kedvező, biztonságos környezet. A kettő közötti átmenetet általában sárga, narancssárga vagy borostyán színnel jelölik utalva ezzel a színbeli átmenettel is a kedvező és kedvezőtlen hatások közötti szituációra. A gyakorlatban ez a köztes helyzet a műveletek végrehajtásának nagyobb kockázatát vagy a végrehajtás egyes mozzanatainak korlátozását jelenti.

A korábban és ma is előszeretettel használt impakt mátrixos megjelenítés esetében adott helyre és időpontra vonatkozóan jelölték egy mátrixban a katonai műveletekre gyakorolt hatást. Ez a fajta megjelenítés nem tette lehetővé egy-egy nagyobb műveleti terület áttekintését, a hatásra vonatkozó információ a területi leszűkítés miatt szükségszerűen torzult. Ezt a problémát az ábrán is látható megjelenítési formátum teljes mértékben eliminálja, az időjárási paraméterek területi változékonyságának megfelelő részletességgel mutatja be a műveleti hatásokat. Ezzel akár olyan eszköztárat adva a döntéshozók kezébe, amely ilyen formában eddig nem állt rendelkezésre. A műveleti tervezést és végrehajtást ugyanis hozzáigazíthatja a kombinált hatásokkal megjelölt földrajzi környezethez.

### *Összegzés*

A tanulmány deklarált célját, a klimatológiai és meteorológiai információk térinformatikai szempontból való vizsgálatát és analízisét megvalósította. A meteorológiai információ időbeliségéhez igazodva valós példákon keresztül kerültek bemutatásra a MAoW sablon lehetőségei, képességei.

A tapasztalatokat összegezve a feldolgozott információ megjelenítésének legnagyobb előnyeként az említhető, hogy olyan technikai platformon valósul meg, ami lehetővé teszi a parancsnokok számára a műveleti tervezéssel és végrehajtással kapcsolatos együttes megjelenítést. A műveletre gyakorolt hatások kiértékelése így lényegesen hatékonyabbá válhat, ami hozzájárul a műveleti hatékonyság növeléséhez. Emellett a MAoW sablon olyan részletes és komplex eszközrendszer nyújt a katonai műveletekre gyakorolt hatások számításához és vizualizációjához, amelyet a meteorológiai információk megjelenítésére alkalmazott speciális munkaállomások nem bocsátanak rendelkezésre.

Hátrányként fogalmazható meg, hogy az importálandó adatok mellett, hogy nemzetközi szabványoknak kell, hogy megfeleljenek, további komoly formátumbeli megkötéseket kell, hogy teljesítsenek. Az ettől való minimális eltérés, mint például a saját nemzeti specifikációk követése megakadályozza a felhasználást. Az adatok előkészítése így esetenként komoly erőfeszítéseket és haladó/professzionális programozói képességeket igényel a programrészek átírásánál vagy az előzetes konverziók programozásánál.

Nem megoldott továbbá az aktuális időjárás kezelésén belül a távérzékelési produktumok feldolgozása (például radar-, villám- és műholdképek), ami meteorológiai szempontból jelentősen módosíthatja a helyzet értékelését. Az említett produktumok raszteres ábrázolása jelentősen javíthatná az aktuális időjárási helyzethez tartozó hatások területi feldolgozását a pontszerű információk helyett.

A fent megfogalmazott hátrányok tükrében lehetséges fejlesztési irány lehet az adatimportálás előkészítése során alkalmazott konverziós műveletek egyszerűsítése és az importálási folyamatba való beépítése. Ennek segítségével jelentősen csökkenhetne az előkészítésre fordított idő valamint növekedhetne a feldolgozható produktumok köre. Vizsgálatra érdemes továbbá a távérzékelési produktumok lehetséges feldolgozása, ami a kimeneti spektrum szélesítésével segíthetné a hatékonyabb kiszolgálást. Jelen tanulmány célját nem képezte a döntéseket közvetlenül támogató produktumok fejlesztése, azonban ez a további kutatások, fejlesztések során elkerülhetetlen feladat lesz. A döntéshozói szintek számára ugyanis feladatorientált, az adott felhasználóra szabott kimeneti információkra van szükség a műveleti hatékonyság növeléséhez.

#### *Felhasznált irodalom*

- [1] Paulik Beáta- Dr. Wantuch Ferenc-OZOLI Zoltán: Pilóta nélküli légi járművek meteorológiai üzemeltetése, Repüléstudományi Közlemények, 24, (2), 315-325, 2012
- [2] Sándor Valéria-Wantuch Ferenc: Repülésmeteorológia, Országos Meteorológiai Szolgálat, 2005.
- [3] Bottyán Zsolt-Wantuch Ferenc-Tuba Zoltán-Hadobács Katalin-Jámbor Krisztián: Repülésmeteorológiai klíma adatbázis kialakítása az UAV-k komplex meteorológiai támogató rendszeréhez, Repüléstudományi Közlemények, 24, (3), 11-18, 2012.
- [4] Tuba Zoltán-Wantuch Ferenc-Bottyán Zsolt-Hadobács Katalin-Jámbor Krisztián: Repülésmeteorológiai klíma adatok felhasználásának lehetséges aspektusai pilóta nélküli repülőeszközök (UAV-k) meteorológiai támogatásában, Szolnoki Tudományos Közlemények XVI., 192-197, 2012.
- [5] Bjarne K. Hansen: A Fuzzy Logic-Based Analog Forecasting System for Ceiling and Visibility. Weather Forecasting, Vol.22, 1319-1330, 2007.

- [6] Bjarne K. Hansen: Analog forecasting of ceiling and visibility using fuzzy sets, 2ndConference on Artificial Intelligence, American Meteorological Society, 1-7., 2000.
- [7] Denis Riordan-Bjarne K. Hansen: A fuzzy case-based system for weather prediction, Engineering Intelligent Systems, Vol.10, No.3, 139-146, 2002.
- [8] Bjarne K. Hansen-Denis Riordan: Weather Prediction Using Case-Based Reasoning and Fuzzy Set Theory, url:  
([http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/science/arma/bjarne/papers/paper\\_2001.pdf](http://collaboration.cmc.ec.gc.ca/science/arma/bjarne/papers/paper_2001.pdf)) (2012.10.24.)
- [9] L.A. Zadeh: Fuzzy sets, Information and Control, Vol.8, 338-353, 1965.
- [10] Dr. Schuster György Phd-Terpecz Gábor: Fuzzy logika alkalmazási lehetősége automata repülő szerkezetekben, Repüléstudományi Közlemények, 24, (2), 537-541, 2012.
- [11] D. Martinez – J. Cuxartl – J. Cunillera: Conditioned climatology for stably stratified nights in the Lleida area. Journal of Weather & Climate of the Western Mediterranean, Tethys, 5, 13-24, 2008.
- [12] Wetterzentrale, url: <http://www.wetterzentrale.de/> (2013.03.03.)



## ***Körmös Csaba: A terep katonai aspektusainak vizsgálata térinformatikai környezetben<sup>1</sup>***

### *A terepértékelés katonai szempontjainak megvalósulása az eszközcsoomagban*

A harcmező felderítő előkészítésében (IPB) a terepet öt tényező alapján – figyelembe véve a harcászati megfontolásokat (METT-T) is – kell értékelni. Az ideális megfigyelőpontok és tüzelési sávok meghatározására az Observation and Fields of Fire Toolset-ben található Model-ek hivatottak. Segítségükkel az aktuális érdekeltségi területen meghatározhatóak a legmagasabb pontok, vonalas és körkörös láthatóságot tudunk szerkeszteni, valamint elemezni a tüzelési sávok által lefedett területeket, kialakítva így a potenciális harctevékenységi körzeteket. A légi megfigyeléssel szemben rejtett és az ellenség tüze ellen fedett terepszakaszokat a Concealment from Aerial Detection Script és a Cover from Flat Trajectory Weapons Model-lel determinálhatjuk. Akadályokra vonatkozó elemzés nincs az eszközcsoomagban, a terep mozgást befolyásoló hatásának vizsgálatára azonban két Script (FM 5-33 CCM és Raster Off-road Mobility) is található, melyek többek között a terep lejtőkitettséget értékelik. A kulcsfontosságú terepszakaszok, valamint az előrevonási útvonalak meghatározását nem lehet automatizálni, ezért ezek megjelenítésére az Avenues of Approach Features, a Key Terrain Features és a Zones of Entry Features layer package fájlok szerkesztésével van mód. Az öt fő tényező értékelésén túl, az eszközcsoomag lehetőséget biztosít a speciális fegyverrendszerek ideális telepítési helyének (Artillery Slope Tint), a haditechnikai eszközök és az utánpótlás, valamint az előerő ejtőernyővel történő kidobási körleteinek (Suitable Drop Zone), illetve az optimális helikopter leszállóhelyek (Suitable HLZs) meghatározására. Az elemzések eredményeinek felhasználásával meg tudjuk határozni a potenciális harctevékenységi körzeteket, a védhető területeket és a lehetséges harcállásokat.

### *A terep katonai aspektusainak vizsgálata térinformatikai környezetben*

Az eszközcsoomagban a Create Suitability Overlays.mxd tartalmazza a megfelelő rétegeket a harcászati szintű elemzések végrehajtásához. Az eszközök pedig a Military Aspects of Terrain Toolbox-ban találhatóak. Miután megnyitottam a Create Suitability Overlays.mxd-t, megvizsgáltam annak tartalmát. A térkép koordináta rendszere WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere, amely megegyezik a legtöbb interneten elérhető térképszolgáltató (GoogleMaps, ArcGIS Online, Bing Maps) által használt koordináta rendszerrel. A Table of Contents négy olyan réteget tartalmaz – Brigade AOI, Combined Vegetation Coverage, Slope és az Elevation Service –, melyek elveszítették a kapcsolatukat az adattal. Annak érdekében,

---

<sup>1</sup> „Katonaföldrajz- geoinformációs technológiák” kiemelt kutatási terület

hogy a kapcsolatokat helyreállítsam, megvizsgáltam az elveszett rétegek adatforrását. Ez a művelet nem vezetett eredményre, hiszen a Brigade AOI réteg a térképet létrehozó, helyi merevlemezére hivatkozik, ami azt jelenti, hogy a későbbiekben létre tudom hozni hasonló névvel.

		TÉL			NYÁR		
		0	1	2	0	1	2
Feature Code <sup>2</sup>	BH135 (rizsföld)	POOR			POOR		
	DA020 (lakatlan terület)	POOR			POOR		
	EA010 (termőföld)	POOR				FAIR	
	EA020 (bokorsáv)	POOR			POOR		
	EA040 (gyümölcsös)	POOR				FAIR	
	EA050 (szőlőültetvény)	POOR				FAIR	
	EA055 (komlóültetvény)	POOR				FAIR	
	EB010 (legelő)	POOR			POOR		
	EB015 (bozót)	POOR			POOR		
	EB020 (sűrű bozót)	POOR				FAIR	
	EC015 (erdő)	POOR					GOOD
	EC020 (oázis)	POOR			POOR		
	EC030 (facsoport)	POOR					GOOD
	EC040 (nyiladék)	POOR			POOR		
	ED010 (mocsár)	POOR				FAIR	
	ED020 (ingovány)	POOR				FAIR	
	EE010 (kivágott erdő)	POOR			POOR		
	EE020 (homokos terület)	POOR			POOR		
	BH090 (árterület)		FAIR			FAIR	
	BH095 (sás és nád)		FAIR			FAIR	
	EA030 (faiskola)		FAIR			FAIR	
	EA031 (botanikus kert)		FAIR			FAIR	
	EB030 (füves, bokros)		FAIR			FAIR	
	EE000 (füves, fás, bokros)		FAIR			FAIR	
	AL020 (beépített terület)			GOOD			GOOD
	EC010 (bambusz, cukornád)			GOOD			GOOD

1. táblázat: A növényzet rejtőképességének osztályozása a *Concealment from Aerial Detection* eszközben, forrás: a *Concealment from Aerial Detection Script*

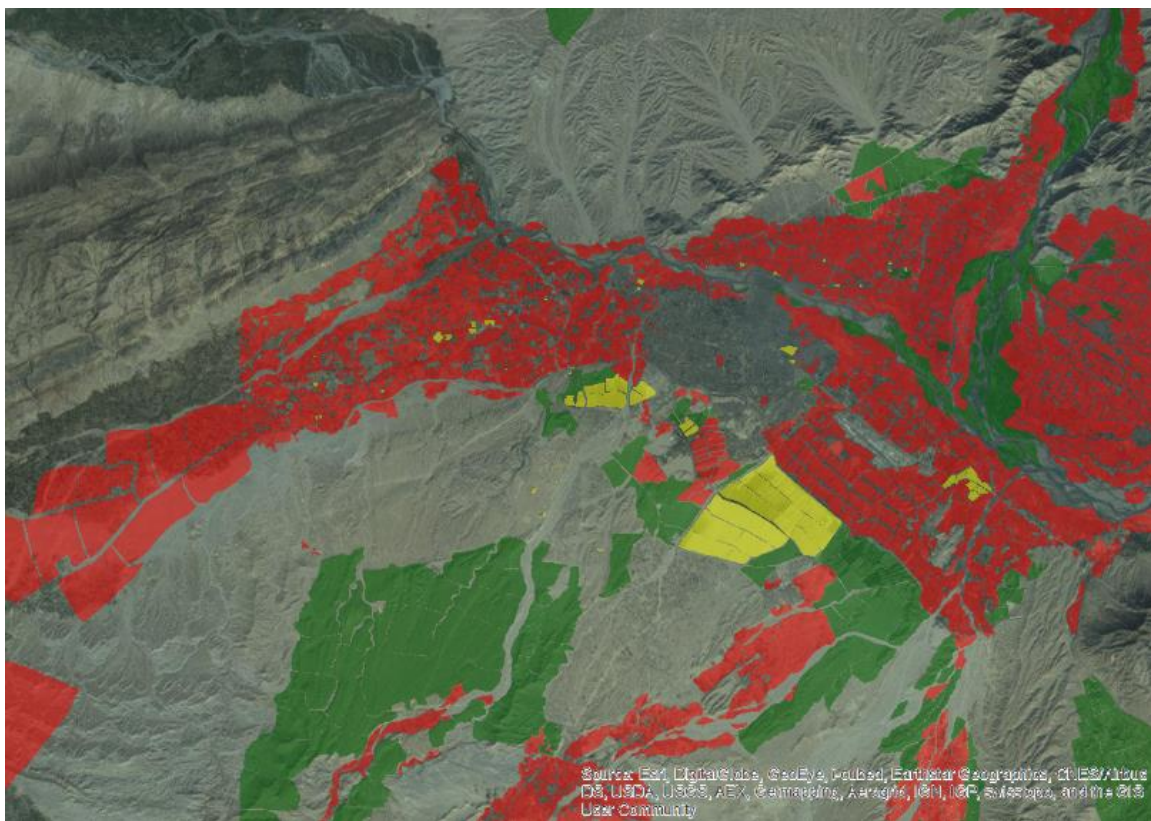
A két raszteres adat tulajdonságainál pedig, teljesen üres a forrás rész, de nincs is szükség rájuk az elemzések végrehajtásához. Az egyetlen réteg, melyet helyre tudtam állítani, a Combined Vegetation Coverage, ugyanis ezt hoztam létre a Generate Intermediate Layers Script segítségével.

<sup>2</sup> A Feature Code-okat az NGA Standardization Document Portrayal Standard For Specialized/Urban Topographic Data Store (S/UTDS) Data Version 1.0 alapján fejtettem vissza.

### *A légi megfigyelés ellen védett terepszakaszok*

A Concealment from Aerial Detection Script a felszínborítottság adatot használja, melyet téli és nyári körülmények között vizsgál. A következő táblázat mutatja be, hogy az egyes kódokhoz tartozó objektumok milyen értékeket vehetnek fel, és ezeket hogyan osztályozza az eszköz.

A Script szerkesztés nélkül futtatható, viszont szeretném felhívni a figyelmet egy súlyos problémára. Az erdőket leíró feature code – EC015 – együtt kezeli a lomblevelű és a szálerdőket, ami különösen a fenyőerdők téli időszakban történő vizsgálatánál adhat téves eredményt. Ezen kívül nem veszi figyelembe a különböző erdők tetőzetét, a boltozatnál pedig csak az 50%-ot meghaladókat. Az eszköz azon tulajdonsága viszont, hogy egyszerre hajtja végre a különböző időszakok vizsgálatát, figyelemreméltó, ugyanis felgyorsítja az adott terület ilyen irányú értékelését. A következő kép az általam meghatározott terület nyári időszakra vonatkozó eredményeit mutatja.



1. sz. ábra: A Concealment from Aerial Detection eszköz eredménye, forrás: ArcMap

## Alacsony röppályájú fegyverek tüze elleni védelem

Az eszköz, melyet az alacsony röppályájú fegyverek tüze ellen védett terepszakaszok meghatározásához használtam, a Cover From Flat Trajectory Weapons ModelBuilder Model,

mely az FM 5-334 alapján a növényzetet és a domborzat lejtését veszi figyelembe az elemzés végrehajtásakor. Eszerint, négy kategóriát különböztet meg, melyeket a következő táblázat ismertet.

		Lejtés mértéke			
Az eszköz által használt érték		0 (nincs adat)	1 (0-10%)	2 (10-30%)	3 (30% <)
A növényzetet leíró Feature Code	0 (nincs adat)	VOID	VOID	VOID	VOID
	1 (BHo70, BHo77, BHo90, BHo95, BH135, BJ110, DA020, EA010, EB010, EB015, EB020, EB030, EB070, EC020, Co40, ED010, EE010, EE020)	VOID	POOR	POOR	POOR
	2 (EA020, EA030, EA031, EA040, EA050, EA055, EC005, EC010, ED020, EE000)	VOID	POOR	FAIR	FAIR
	3 (EC015, EC030)	VOID	POOR	FAIR	GOOD

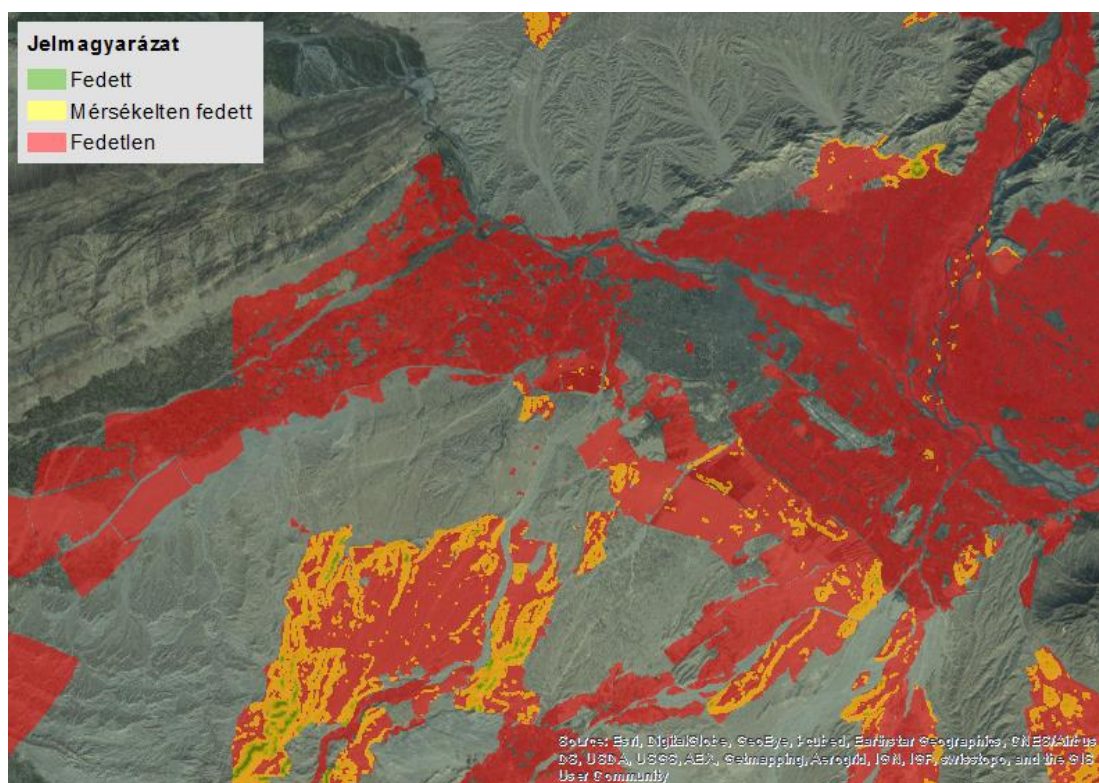
2. táblázat: A Cover From Flat Trajectory Weapons eszköz által meghatározott kategóriák, forrás: Cover From Flat Trajectory Weapons Help fájl

A táblázat alapján megállapítható, hogy az eszköz nem képes használható adatot előállítani, ha valamely bemeneti követelmény hiányzik. Ennek megfelelően olyan területet kell választani, ahol mind a felszínborítottságra mind a lejtőkategóriára vonatkozó adat a rendelkezésünkre áll. Ezen információk tudatában indítottam el az eszközt és azonnal szembesültem a már korábban megismert problémával, a szerver környezet hiányával. Ugyanis az eszköz lejtőkategória adata, szerverre hivatkozik, így a Model szerkezeti változtatása nélkül nem tudtam végrehajtani az elemzést. A ModelBuilder lényege, hogy az elemzéseket végrehajtó eszközöket sorba tudjuk rendezni, így az egyik eredménye, a következő bemeneti adata lehet. Ezért ki kellett cserélnem a szerverre hivatkozó részt, majd helyre állítani a kapcsolatokat. Ennek érdekében megnyitottam szerkesztésre a Model-t és megvizsgáltam, mely részeket kell javítani. A Make Image Server Layer eszköz okozta a problémát, ezért ezt kicseréltem a Make Raster Layer eszközre. Ugyanazért a feladatért felelős mindkettő, csak az egyik a szerveren, a másik az általam meghatározott helyen hozza létre a raszter adatból a layer fájlt. A Make Image Server Layer egyik bemeneti adata, egy Image Service, mely a Model egyik fő tényezője, a lejtőkategória. Ebből következik, hogy a Make Raster Layer eszköz bemeneti adatának is lejtőkategóriának kell lennie, mely a Data -> Elevation ->

<sup>4</sup> US Army Field Manual 5-33 Terrain Analysis; 1990. július 11.



digitalelevationmodel.gdb -> Slope. A Model-ben az Area of Interest Layer határozza meg azt a területet, melyet értékelni kell, ezért ezt is hozzárendeltem a Make Raster Layer eszközhöz, így már csak egy, a cellaméretre vonatkozó információ hiányzott, melyet a Model-ben lévő CellSize változó ad meg. Újra elindítottam az eszközt és egy újabb hibaüzenetet kaptam, amely a Model láncolatában található, nem a Python programnyelvnek megfelelő parancsra vonatkozott. Miután ezt a hibát is javítottam, eredményül a közvetlen irányzású fegyverek ellen fedett, mérsékelten fedett és fedetlen terepszakaszokat kaptam, valamint azokat a területeket, ahol nem állt rendelkezésemre felszínborítottság adat.



2. ábra: A Cover From Flat Trajectory Weapons eszköz eredménye, forrás: ArcMap

### *Az uralgó pontok*

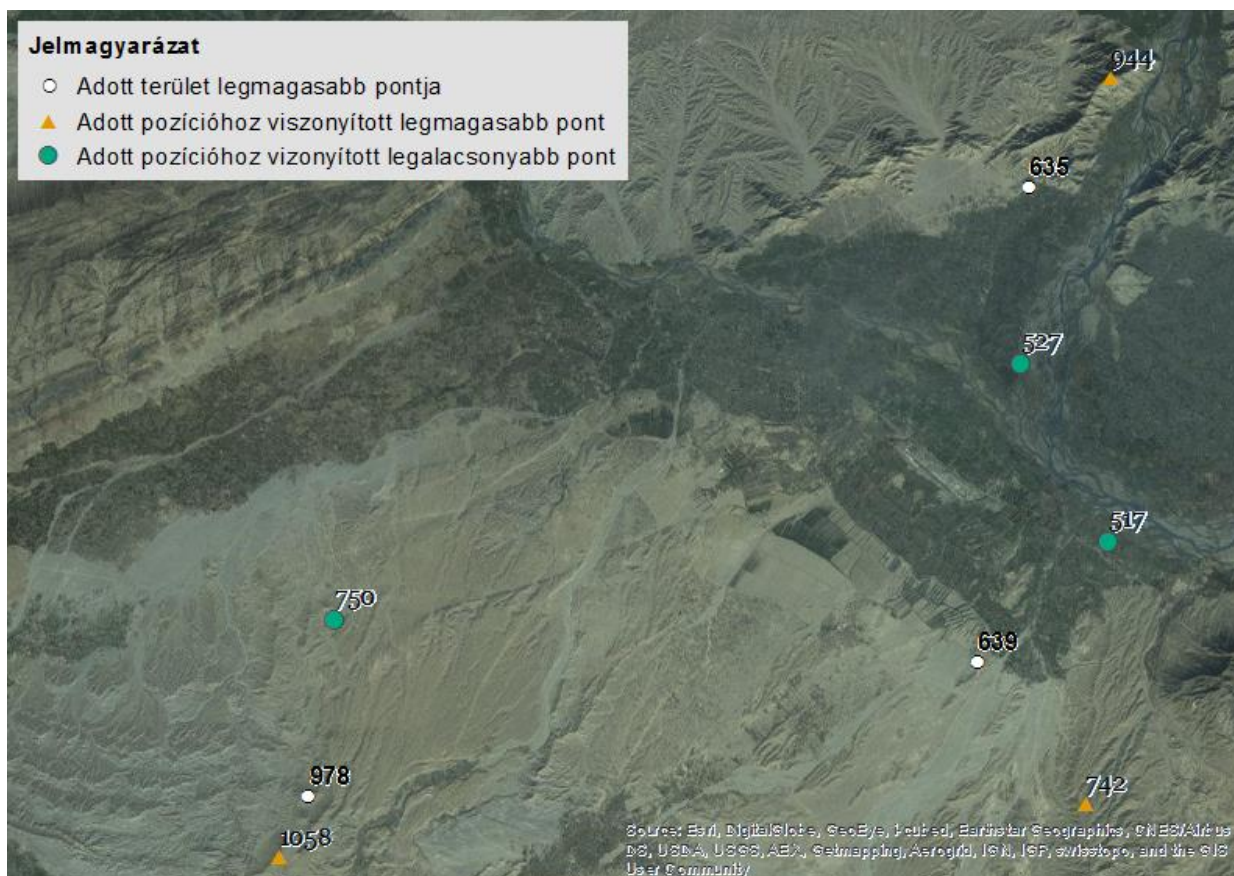
A műveleti területre vonatkozó uralgó pontok birtoklása elsősorban a megfigyelés szempontjából fontos. Az eszközcsoomag a Find Local Peaks ModelBuilder Model segítségével képes a felhasználó által meghatározott területen a legmagasabb pontokat megjeleníteni.

A Model-t szerkesztés nélkül nem tudtam futtatni a fent már említett Make Image Server Layer eszköz jelenléte miatt. Miután javítottam ezt a problémát, megvizsgáltam milyen bemeneti adatokra van szükség. A legfontosabb a magasságra vonatkozó, ugyanis az eszköz ez alapján végzi el az elemzést, tehát a Make Raster Layer bemeneti adata a Data -> Elevation -> digitalelevationmodel.gdb -> DigitalElevationModel mosaic dataset lett. Mielőtt azonban helyreállítottam volna az adatkapcsolatokat, megvizsgáltam a DigitalElevationModel-t

ArcMap környezetben. Megállapítottam, hogy a pixel-ekre vonatkozó minimum és maximum értékek 32 767 és -32 768 között helyezkednek el, amely a Short integer típusú adat szélső értékeinek felel meg, tehát nem a valós magasságot adják. Ezzel a problémával többször találkoztam már a térinformatikában. A megoldásához a raszteres adat statisztikáját kellett újra generálni, melyet a következőképpen hajtottam végre. Az ArcMap ArcCatalog ablakában jobb gomb a mosaic dataset-en -> Enhance -> Calculate Statistics... Mivel óriási méretű fájlról volt szó, a művelet végrehajtása több mint kilenc órát vett igénybe, eredményül viszont egy olyan digitális domborzat modellt kaptam, melynek pixelértékei a valós magassági adatokat tartalmazzák.

Ezek után állítottam helyre az adatkapcsolatokat és futtattam le a Model-t. Az eszköz óriási előnye, hogy a felhasználó határozhatja meg, mely területek kerüljenek kiértékelésre és azt is, hogy hány darab potenciális megfigyelő pontot határozzon meg a szoftver.

Két másik eszköz szorosan kapcsolódik az uralgó pontok meghatározásához, mégpedig a Highest és a Lowest Points Near Locations. Előbbi, a felhasználó által megadott pozíció körül, tetszőleges sugarú puffer zónát hoz létre, majd ezen belül határozza meg a legmagasabb, utóbbi pedig a legalacsonyabb pontokat. Mindkét eszköz esetében szükség volt a Model szerkezeti változtatására. A már korábban ismertetett Make Image Server Layer javításán túl, a Model-t megalkotó egyik hibáját is ki kellett küszöbölni. Az eszközök futtatása során felesleges/másodlagos adatok is keletkeznek, melyek az úgynevezett scratch geodatábázisba kerülnek. A Model-ben található egyik eszköz kimeneti adata a Model-t létrehozó helyi meghajtójára hivatkozott. Ezt az elérési utat kijavítva a saját meghajtómra – C -> ArcGISForDefense -> Intelligence -> Military Aspects Of Terrain -> Military\_Aspects\_of\_Terrain\_for\_ArcGIS\_10\_1 -> Maps -> Toolbox -> scratch -> scratch.gdb – már futtatható volt mindkét eszköz.



3. ábra: A Find Local Peaks, valamint a Highest és Lowest Points Near Locations eszközök eredményei, forrás: ArcMap

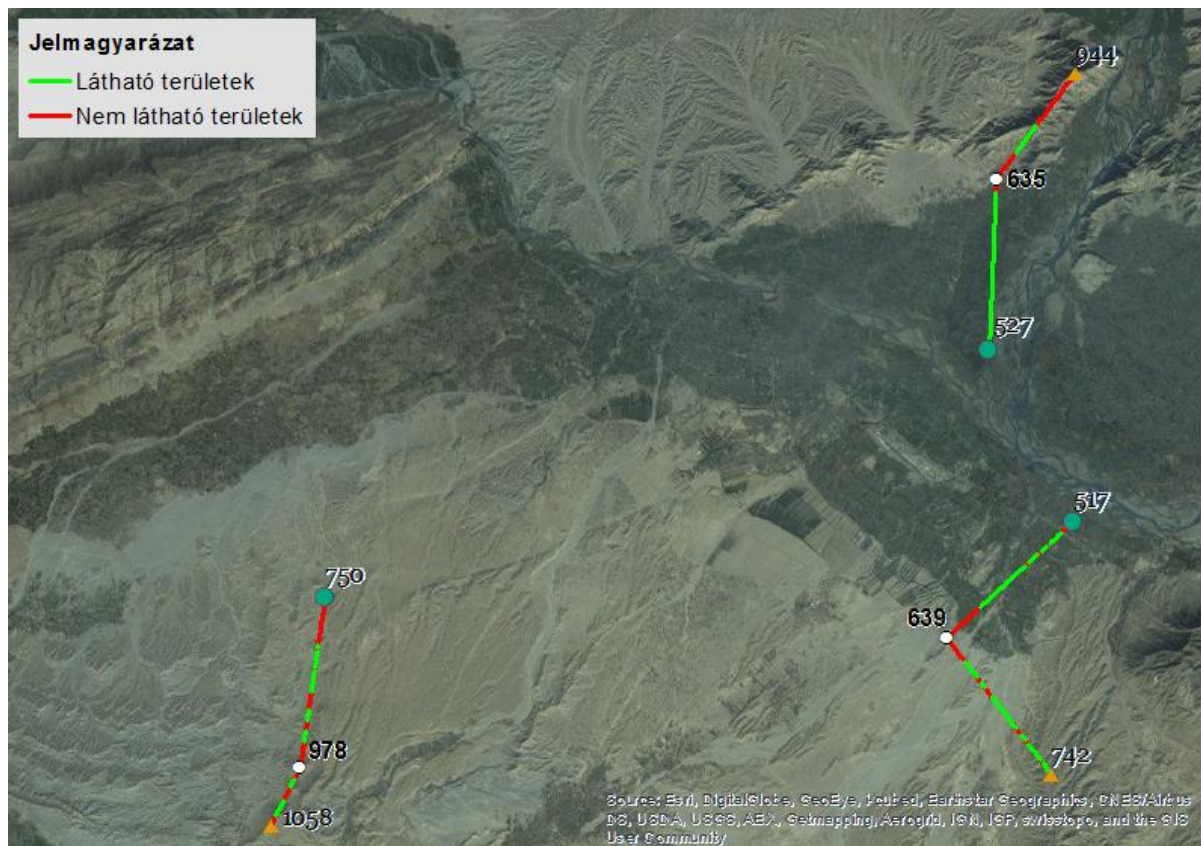
### A láthatóság

Az MAoT eszközcsoomag a láthatóságot vonalas és körkörös módon vizsgálja. Mindkét esetben lehetőség van arra, hogy több megfigyelőt, valamint több célpontot határozzunk meg. Amennyiben rendelkezünk a háromdimenziós megjelenítésért felelős adattal – multipatch feature class – az épületeket és a növényzetet, mint a láthatóságot befolyásoló tényezőket is modellezni tudjuk. Sajnos az Operational Environment geodatbázisban ilyen adat nincs, ezért a vonatkozó mezőket üresen hagytam.

A vonalas láthatóság eszköze a Linear Line of Sight ModelBuilder Model, amely a domborzat magasságkülönbségei alapján határozza meg a látható és a nem látható területeket. Abban az esetben, ha a domborzatmodell síkkoordináta rendszerben lett definiálva, az eszköz lehetőséget nyújt arra, hogy az elemzések során a földgörbületet és a refrakciót is vizsgálja. Az Operational Environment geodatbázis a domborzatmodellt WGS 1984, azaz földrajzi koordinátarendszerben tárolja, ezért a láthatóság vizsgálatánál a fenti tényezőket nem tudtam figyelembe venni. Mint a legtöbb korábbi eszköznél, futtatás előtt a Model szerkezetét vizsgáltam és javítottam a hibákat, majd három megfigyelőpontból végrehajtottam a célpontok



láthatóság vizsgálatát. Az eszköz eredményül vonalas feature class-t adott, melynek attribútum táblája tartalmazza a látható (1) és a nem látható (0) területeket.

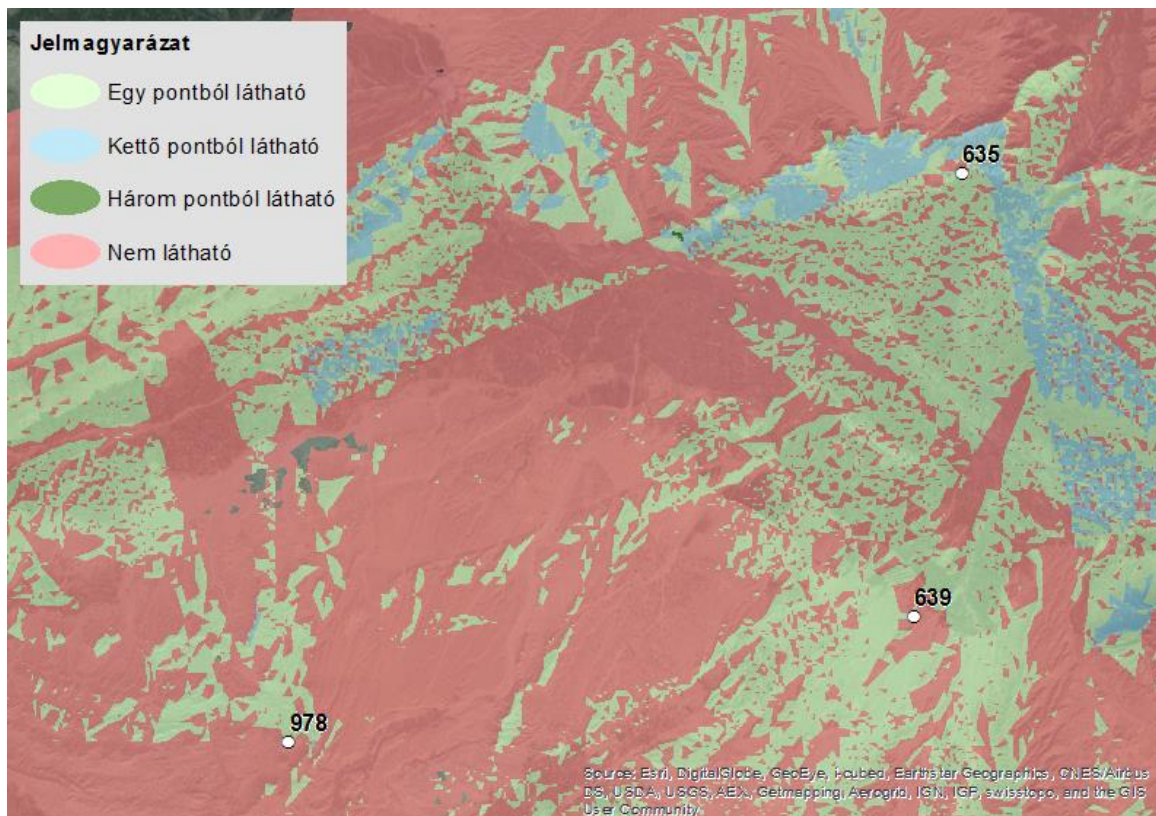


4. ábra: A Linear Line of Sight eszköz eredménye, forrás: ArcMap

A körkörös láthatóság vizsgálatánál az eszközcsomag már a fegyverek hatásos lőtávolságát és azok maximális irányzási szögeit is figyelembe veszi. Így kettő vagy több egymás mellé telepített fegyver tüzelési sávjainak átfedését is vizsgálni tudjuk. A körkörös láthatóság eszköze a Range Fan From Bearing and Traversal With Visibility ModelBuilder Model. Szerkezetét tekintve rendkívül bonyolult, ugyanis a modellen belül még Python Script is található, melyet a bemeneti és a kimeneti adat közötti koordinátarendszer különbség hibája is terhel. Tapasztalatom a Python programozásban nem volt elegendő ennek a problémának a kezelésére, ezért új megoldást kerestem. Egy újabb, a láthatósággal foglalkozó (Visibility and Range Template) eszközcsomag letöltése után, a hibás Script-et kicseréltem az új Template hasonló feladatok végrehajtásáért felelős, jól működő Script-jére, javítottam a magassági adatra vonatkozó részt, majd futtattam a Model-t, de újabb hibaüzenetet kaptam. A vonalas láthatóságnál csak lehetősége van a felhasználónak arra, hogy az elemzés során a földgörbület és a refrakció hatását is vizsgálja – ehhez is szerkeszteni kell a Model-t –, azonban a körkörös láthatóságot leíró eszköz alapbeállítása e két tényező. Ez azt jelenti, hogy az Operational Environment geoadatbázisban, WGS 1984 koordinátarendszerben tárolt domborzatmodell,



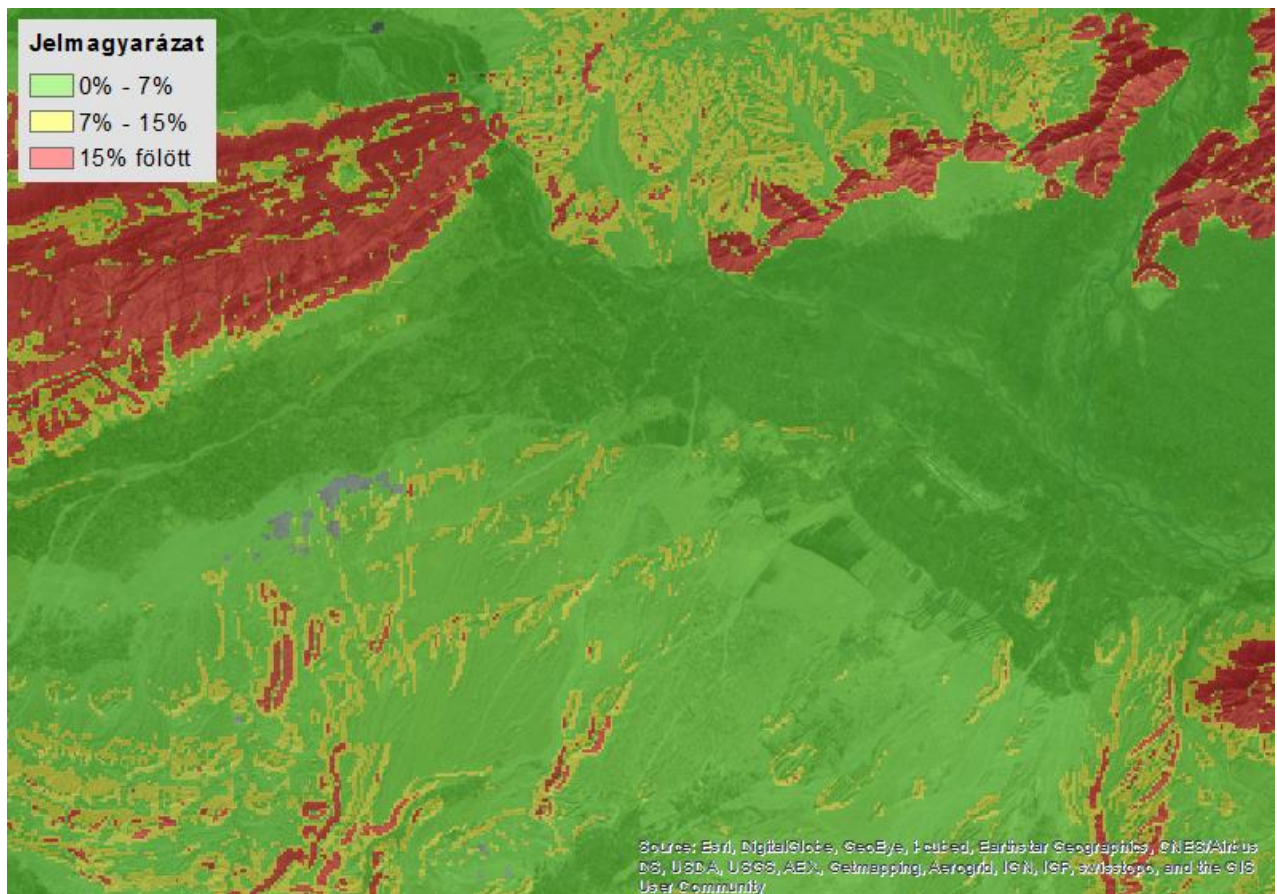
használhatatlan a körkörös láthatóság meghatározásához. Az ArcGIS a koordinátarendszerrel rendelkező adatok más koordinátarendszerbe történő transzformációját, a Project eszközzel hajtja végre. Okulva a domborzatmodell statisztikájának helyreállítására fordított óriási munkából, nem a teljes mosaic dataset-en hajtottam végre a transzformációt, csak az azt felépítő egyik raster dataset-en és ezt használtam az elemzések végrehajtására.



5. ábra: A Range Fan From Bearing and Traversal With Visibility eszköz eredménye három megfigyelőpontból ,forrás: ArcMap

#### *A tűzérési eszközök telepítése*

Az Artillery Slope Tint eszköz az elemzés során a terep lejtésének mértékét vizsgálja. Ez alapján három kategóriát különböztet meg 0-7%-ig jó (GOOD), 7-15% között megfelelő (MARGINAL), 15% fölött pedig a terület alkalmatlan (UNSUITABLE) tűzérési eszközök telepítésére. Az eszközcsomag egyik legegyszerűbb eszköze az Artillery Slope Tint ModelBuilder Model, melynek eredményét, a lejtőkategória térképet, külön réteggként is felhasználhatjuk az IPB folyamat terepértékelése során, ugyanis az eszköz által definiált kategóriák szerkeszthetőek.



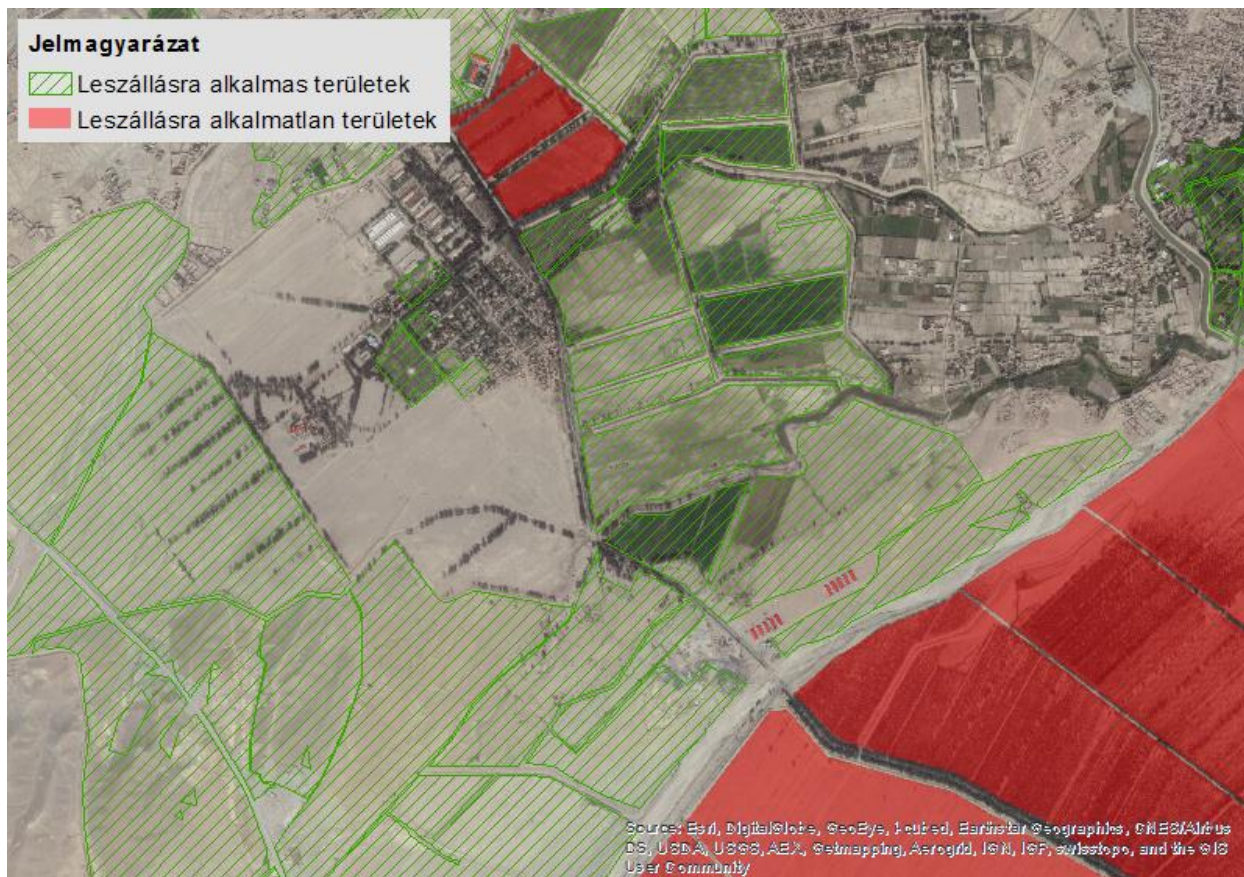
6. ábra: Az Artillery Slope Tint eszköz által meghatározott lejtőkategóriák ,forrás: ArcMap

### *Helikopter leszállóhelyek*

Az ideális helikopter leszállóhelyek meghatározására az eszközcsoomag a Suitable HLZs eszközt használja. Fontos, hogy ez az eszköz csak előzetes elemzést hajt végre, ugyanis erre a feladatra külön eszközcsoomag érhető el a [www.arcgis.com](http://www.arcgis.com) oldalon, HLZ Template néven. Az előzetes elemzés során az eszköz megvizsgálja a felszín borítottságát, és alkalmasnak értékeli<sup>5</sup> az 5 625 m<sup>2</sup> területnél nagyobb rizsföldet, lakatlan területet, termőföldet, legelőt, bozótot, sűrű bozótot, nyiladékot, homokos területet, só sivatagot, gleccsert, hó- és jégmezőt, tundrát, futópályát, gurulóutat, stadiont, parkot, sportpályát, golfpályát és játszóteret, ha azok olyan területen helyezkednek el, ahol a terep lejtése nem haladja meg a 15%-ot.

<sup>5</sup> A Suitable HLZsHelp fájl alapján.

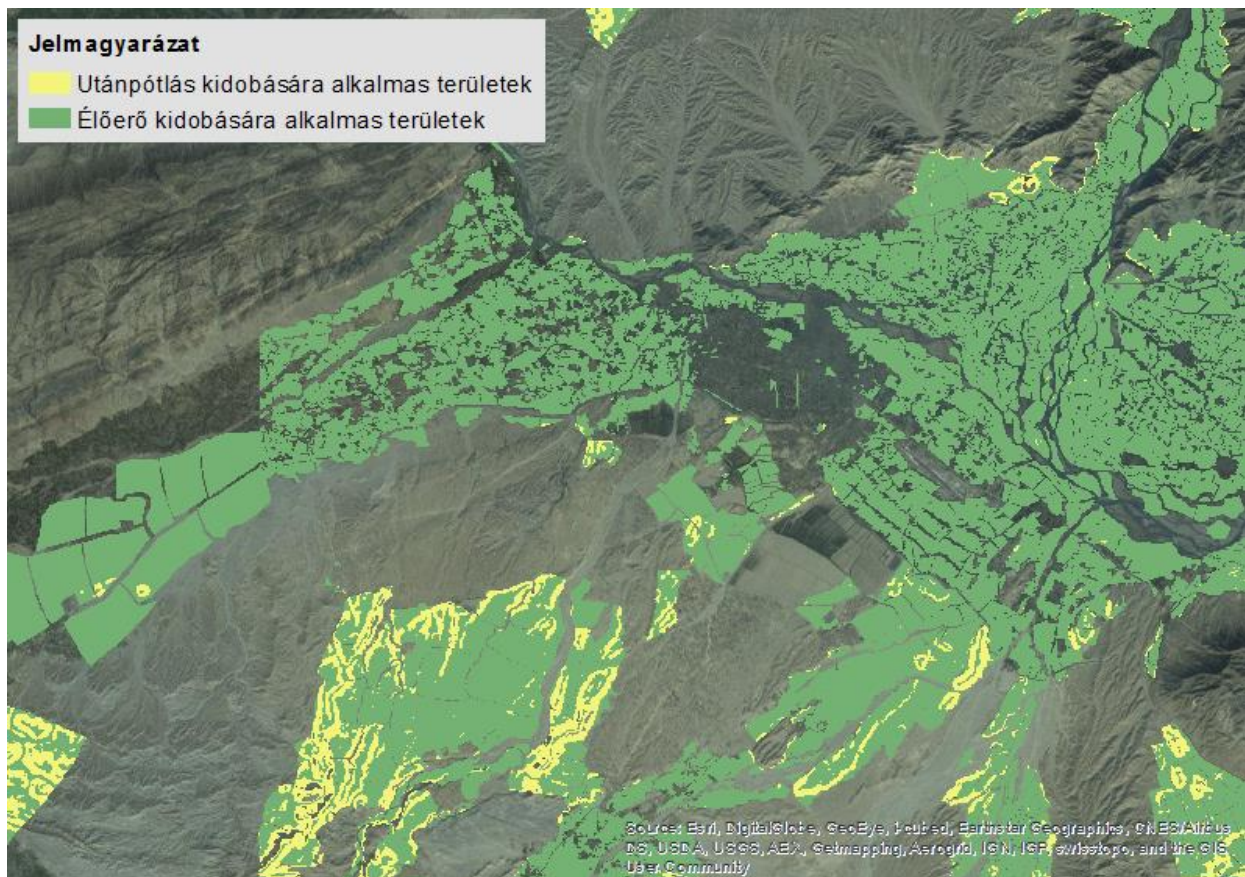




7 ábra: A Sutable HLZs eszköz eredménye, forrás: ArcMap

### *Kidobási körletek*

Az eszközcsoomag a kidobási körletek meghatározásánál együtt vizsgálja az utánpótlás és az élőerő kidobására alkalmas terepszakaszokat. Figyelembe veszi a felszín borítottságát, valamint a domborzat lejtését. Ez alapján a helikopter leszállóhelyeknél már felsorolt felszín adatokat vizsgálja és az utánpótlás kidobására alkalmasnak ítéli a terepet, ha annak lejtése nem haladja meg a 30%-ot, élőerő esetében pedig a 10%-ot. Ha a terepértékelés során kulcsfontosságú terepszakaszként kell értékelnem a kidobási területeket, fel kell használnom a Cover From Flat Trajectory és a Concealment from Aerial Detection eszközök eredményeit is. Teljes átfedést nem tudok meghatározni, mivel az alacsony röppályájú fegyverek tüze ellen védett területeknél, tökéletes fedést csak az erdők (EC015) és a facsoportok (EC030), a légi megfigyelés ellen rejtett területeknél pedig, nyári időszakban csak az erdők (EC015), a facsoportok (EC030), a beépített területek (AL020), valamint a bambusz és cukornád ültetvények (EC010), téli időszakban csak a beépített területek, valamint a bambusz és cukornád ültetvények nyújtanak. A Sutable Drop Zones Model ezeket a felszínadatokat nem veszi figyelembe a kidobási körletek meghatározásánál.



8 ábra: A Suitable Drop Zones eszköz eredménye, forrás: ArcMap

### *Terepjárhatóság*

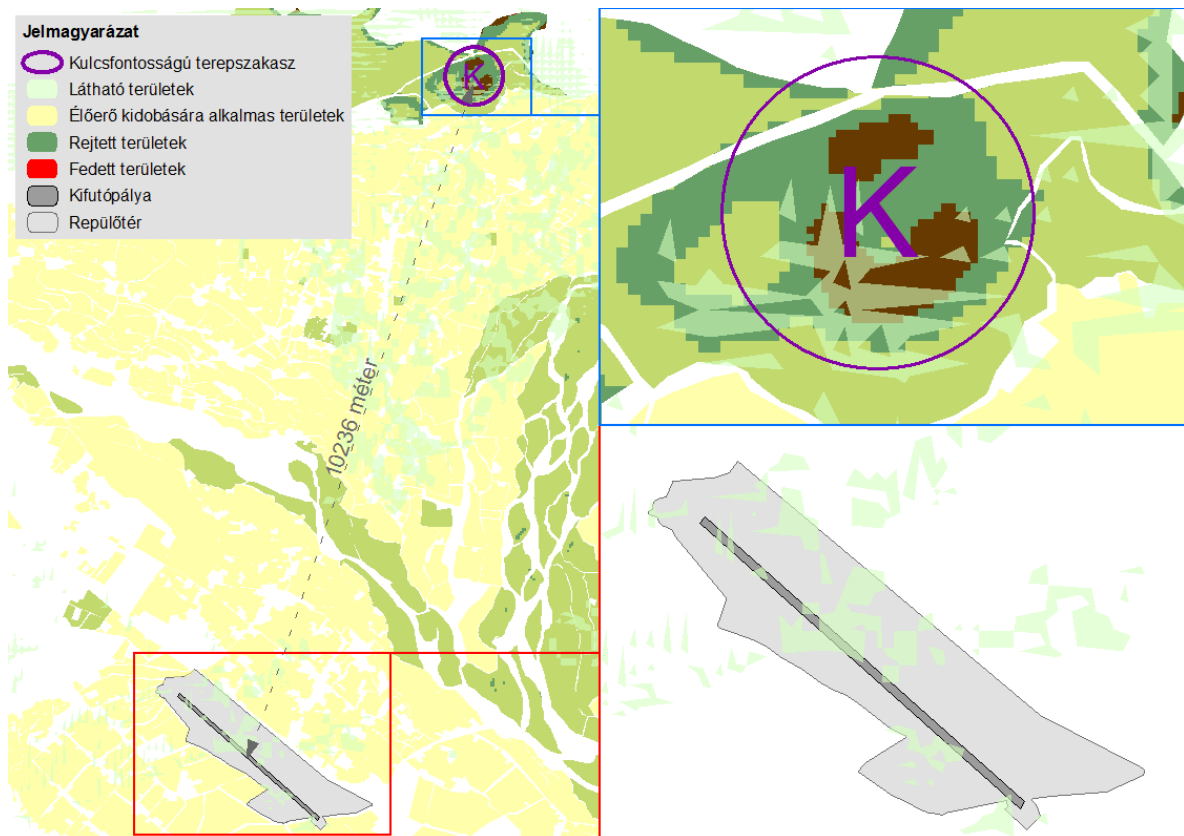
A kombinált akadályvázlat elkészítéséhez még egy kötelező rétegre van szükség ez pedig a terepjárhatóság (Cross Country Movement – CCM). Az eszközcsomag két lehetőséget biztosít a különböző haditechnikai eszközök úton kívüli mozgásának szimulálására, melyek az FM 5-33 CCM és a Raster Off-road Mobility. Alapvetően mindkettő az FM 5-33 hatodik fejezetében leírtaknak megfelelően figyelembe veszi az adott harcjármű típus maximális sebességét terepen és az általa leküzdhető maximális emelkedőt. A terepet lejtőkategória alapján hat részre osztja 0-3%, 3-10%, 10-20%, 20-30%, 30-45%, valamint 45%-nál nagyobb, melyeket kombinál a talajadatokkal és a vegetációval, majd száraz és esős időben egyaránt vizsgál. Az eszközök bonyolultságuk miatt nem ModelBuilder Model-ben, hanem Python Script-ben íródtak, melyek futtatása során számtalan hibaüzenetet kaptam. A hibák javításának érdekében felvettem a kapcsolatot az ArcGIS szoftver hazai disztribútora, az ESRI Magyarország Kft. térinformatikusaival. Érdemi választ azonban a kutatási eredmények leadásának határidejéig, nem kaptam.



### *A kulcsfontosságú terepszakaszok*

A kulcsfontosságú terepszakaszok meghatározásakor figyelembe kell venni azokat a területeket, amelyek megszerzése, megtartása vagy ellenőrzése bármelyik harcoló fél számára jelentős előnnyel jár. Ezt az alapelvet követve és figyelembe véve a terepértékelés harcászati megfontolásait (METT-T – Mission/feladat, Enemy/ellenség, Terrain and Weather/terep és időjárás, Troops/saját csapatok, Time available/rendelkezésre álló idő) kulcsfontosságú terepszakasznak kell tekinteni azokat a területeket, amelyek lehetővé teszik az előrevonás irányainak megfigyelését, egy akadály tűzzel való fedezését (pl.: átkelésre alkalmas folyószakasz), azokat a fontos útkereszteződéseket és kommunikációs központokat, melyek szerepet játszanak az utánpótlási útvonalak megszervezésében stb. A kulcsfontosságú terepszakaszok meghatározása nem automatizálható, tehát az eszközcsoomag sem analitikus módon közelíti meg. A Key Terrain Features layer package fájl tartalmazza a kulcsfontosságú, a harctevékenységi és a védhető körzetek szerkesztésére használt geometriával még nem rendelkező adatokat. Kicsomagolásához az Extract Package eszközt használtam, mivel csak ezzel van lehetőség arra, hogy az általam megadott mappában hozza létre a geoadatbázist, azon belül pedig egy előre meghatározott attribútum adatokkal rendelkező poligon feature class-t. Mielőtt a layer fájlt hozzáadtam az ArcMap-hez, át kellett állítanom a feliratozásért felelős motort a Maplex Label Engine-re, mivel a Key Terrain Features összesen 67 különböző terepszakasz típust különböztet meg, melyek közül mindössze hármat, a harctevékenységi, a védhető és egy általános kulcsfontosságú terepszakaszt definiál és ezeket külön feliratokkal látja el. Ahhoz, hogy a fennmaradó 64 típust is ábrázolni lehessen, az adatra vonatkozó domain-eket kell meghatározni, melyek a Maplex Label Engine Label Manager SQL lekérdezéseiből kiolvashatóak. A következő példák, melyek során felhasználtam a Concealment form Aerial Detection, a Cover from Flat Trajectory Weapons, a Suitable Drop Zones, a Find Local Peaks és a Range Fan from Bearing and Traversal with Visibility eszközök eredményeit, bemutatják a Key Terrain Features lehetséges használatát.

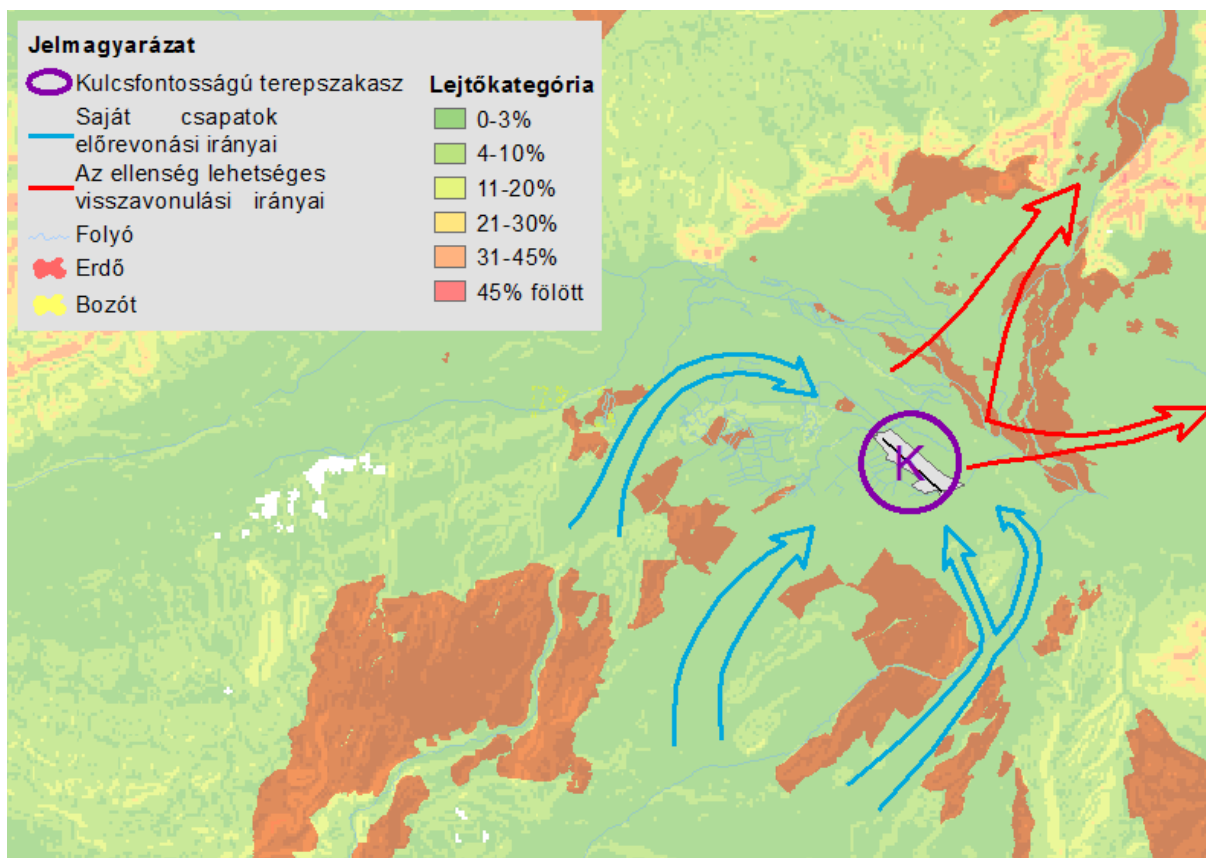
A feladat a repülőtér megfigyelése volt a rendelkezésemre álló mélységi felderítő csoporttal. Kulcsfontosságú terepszakasznak tekintettem az érdekeltségi területemre eső, az előerő kidobására alkalmas olyan terepet, ahol a növényzet sűrűsége a légi megfigyelés ellen rejtést, a terep lejtése pedig az alacsony röppályájú fegyverek tüze ellen fedést biztosít.



9. ábra: Kulcsfontosságú terepszakasz meghatározása láthatóság, rejtés és fedés alapján,  
forrás: ArcMap

#### *Az előrevonás irányai*

Az egyesített akadályvázlat kiértékelése alapján határozhatók meg az előrevonás irányai. Az akadályvázlat kivitelezéséhez azonban szükségem volt egy terepjárhatóság rétegre, amit az FM 5-33 CCM vagy a Raster Off-road Mobility Script-ek egyikével kellett volna elkészítenem, de a fent említett probléma miatt az eszközök nem hoztak eredményt. Ezért az általuk meghatározott lejtés értékekkel létrehoztam egy lejtőkategória réteget, melyet kombináltam a Publish Obstacles.mxd-ben található mesterséges és természetes akadályokkal. Az eszközcsoomag akárcsak a kulcsfontosságú terepszakaszok esetében, az előrevonási útvonalak meghatározására is layer package fájlt alkalmaz, mely szerkesztésével mind az ellenséges mind a saját csapatok tevékenységének iránya megrajzolható.



10. ábra: A mozgási irányok meghatározása a kombinált akadályvázlat segítségével, forrás: ArcMap

### Összegzés

A Military Aspects of Terrain eszközcsoomag alaprendeltetése a terepértékelés végrehajtása a harcmező felderítő előkészítésében. Ugyan szembe megy a NATO térinformatikai adatok tárolására vonatkozó politikájával – minden adatot WGS 1984 földrajzi koordináta rendszerben kell definiálni, majd a szoftver segítségével végrehajtani az úgynevezett on-the-fly projekciót – és kombinálja a földrajzi és a síkkoordináta rendszert, de olyan új térinformatikai szemlélettel közelíti meg a terep katonai tényezőinek értékelését, melyre korábban nem volt példa. A Military Analyst terepre vonatkozó elemzőeszközeinek hiányát teljesen pótolni tudja, sőt az eszközcsoomagban található egyes Model-ek messze túlszárnyalják azok képességeit. Erőssége egyben gyengesége is, ugyanis az elemzések végrehajtása során az FM 5-33-ban meghatározott manuális eljárásokat egy az egyben emeli át a ModelBuilder Model és Python Script-ekbe. Így olyan bonyolult elemzési láncolatokat hoz létre, melyek megértéséhez nem csak a szoftvert, de a vonatkozó szakirodalmat is ismerni kell. Ha a rendelkezésünkre álló bemeneti adatok megfelelnek az eszközök által meghatározottaknak, az eddig használt analóg eljárasmódokat felváltva, gyorsabb és pontosabb elemzéseket hajthatunk végre. A Magyar Honvédságban rendszeresített, honvédségi alapellátásban nem lévő, külön

engedély alapján igényelhető digitális domborzatmodell (DDM-50), valamint a digitális térképészeti adatbázis (DTA-50) jelenlegi formájában nem felel meg az eszközök bemeneti adatokra vonatkozó követelményeinek. Az adatok strukturális változtatására, azonban nincs feltétlenül szükség. A kutatás végrehajtása során egyes esetekben szerkesztenem kellett a Model-eket és a Script-eket, hogy bemutassam az eszközcsoomag képességeit. Ahhoz, hogy a meglévő adatainkra optimalizáljuk az eszközöket, hasonló szerkezeti változtatásokra van szükség, ami további kutatást igényel. Ezen kívül a terepjárhatóságra vonatkozó, FM 5-33 és Raster Off-road Mobility eszközök futtatási problémáit is ki kell vizsgálni ahhoz, hogy kijelenthessem, a Military Aspects of Terrain eszközcsoomag választ ad a harcmező felderítő előkészítése folyamatában a terepértékelésre vonatkozó minden kérdésre.

#### *Felhasznált irodalom és adatok*

1. Military Aspects of Terrain Template;  
[www.arcgis.com/home/search.html?q=military+aspects+of+terrain](http://www.arcgis.com/home/search.html?q=military+aspects+of+terrain); 2014. 07. 29. 12:40
2. Visibility and Range Template;  
[www.arcgis.com/home/search.html?q=visibility%20and%20range&t=content](http://www.arcgis.com/home/search.html?q=visibility%20and%20range&t=content); 2014. 10. 07. 18:12
3. Introduction to the Military Aspects of Terrain videó;  
[http://productmedia.esri.com/arcstream/2013/08/2807-introduction-to-the-military-aspects-of-terrain-template\\_960.mp4](http://productmedia.esri.com/arcstream/2013/08/2807-introduction-to-the-military-aspects-of-terrain-template_960.mp4); 2014. 09. 15. 15:19
4. ArcGIS for the military land operations videó;  
[http://media.esri.com/arcstream/2012/03/1106-arcgis-for-the-military-land-operations\\_960.mp4](http://media.esri.com/arcstream/2012/03/1106-arcgis-for-the-military-land-operations_960.mp4); 2014. 09. 23. 17:40
5. How ArcGIS for the Military Supports Land Operations;  
<http://www.esri.com/~media/files/pdfs/library/whitepapers/pdfs/how-arcgis-for-the-military.pdf>; 2014. 10. 07. 18:05
6. Field Manual 34-130 Intelligence Preparation of the Battlefield;  
<http://fas.org/irp/doddir/army/fm34-130.pdf>; 2014. 10. 07. 21:09
7. Field Manual 3-34.230 Topographic Operations;  
<https://worldtracker.org/media/library/Military/FM%203-34.230%20Topographic%20Operations.pdf>; 2014. 10. 08. 18:15
8. Army Tactics, Techniques and Procedures No. 3-34.80 Geospatial Engineering;  
<http://fas.org/irp/doddir/army/attp3-34-80.pdf>; 2014. 10. 08. 18:17
9. NGA Standardization Document, Portrayal Standard For Specialized/Urban Topographic Data Store (S/UTDS) Data;  
[http://www.gwg.nga.mil/documents/UTDS\\_Symbology\\_V1.0\\_28\\_March\\_2012.pdf](http://www.gwg.nga.mil/documents/UTDS_Symbology_V1.0_28_March_2012.pdf); 2014. 10. 11. 15:17
10. Concealment from Aerial Detection Help fájl
11. Cover From Flat Trajectory Weapons Help fájl
12. Find Local Peaks Help fájl



13. Highest Points Near Locations Help fájl
14. Linear Line Of Sight Help fájl
15. Lowest Points Near Locations Help fájl
16. Range Fan From Bearing and Traversal With Visibility Help fájl
17. Artillery Slope Tint Help fájl
18. Find Unused HLZs Help fájl
19. FM 5-33 CCM Help fájl
20. Raster Off-road mobility Help fájl
21. Suitable Drop Zones Help fájl
22. Suitable HLZs Help fájl
23. Generate Intermediate Layers Help fájl
24. ArcGIS Online Imagery Basemap layer
25. ArcGIS Online Shaded Relief Basemap layer
26. ArcGIS Online World Cities Basemap layer
27. ArcGIS Online World Countries Basemap layer
28. ArcCatalog és ArcMap grafikus felülete
29. Rendszerkövetelmények az ArcGIS telepítéséhez;  
<http://resources.arcgis.com/en/help/system-requirements/10.1/>; 2014. 07. 29. 13:10
30. NATO Communication and Information Systems School Core GIS – Geo Scenario tanfolyam; Core GIS Data Distribution című előadás az ArcGIS-ben használt package fájlokról; Olaszország, Latina; 2014. 10. 16.

***Dénes Kálmán-Négyesi Lajos-Németh András-Padányi József-Szabó András<sup>1</sup>:***

***A csata- és hadszíntérkutatás módszertani kérdései<sup>2</sup>***

A Nemzeti Közzolgálati Egyetem (korábban: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem) kutatói és hallgatói 2006 óta vesznek részt a Zrínyi-Újvár területén folytatott kutatásokban. A munka kezdetekor elsősorban a hadtörténelmi és térinformatikai területen kívántunk közreműködni, azonban a helyszínen felismertük, hogy a vár régészeti feltárása mellett, az egykori ostromterület kutatása is komoly tudományos eredményt hozhat. Mivel a Magyar Hadtudományi Társaság keretében 2002-től működő Csata- és Hadszíntérkutató Szakosztályban folytatott munkának köszönhetően jártasságot szereztünk a harcterek kutatásában, az 1664-es ostrom területe kiváló lehetőség volt az akkor még magyarországi viszonylatban újak számító kutatási módszerek alkalmazására. A fémkereső műszeres leletfelderítés során megtaláltuk az ostrom során kilőtt ólom lövedékeket, gránát repeszeket, ágyúgolyókat. A terepkutatás során igyekeztünk olyan módszereket alkalmazni, melyek biztosítják a viszonylag nagy kiterjedésű területen az 1664-es ostrom nyomainak felkutatását és lokalizálását.

A hadirégészet a hadtörténelem segédtudománya, mely elsősorban a történeti régészet szemléletének megfelelően, a levéltári forrásokon alapuló hadtörténelmi rekonstrukciók alapján megfogalmazott kérdésekre keres választ a terepkutatás során. A hadtörténelmi forráskritika egy eszközének is tekinthetjük, azonban a célirányos kutatások során, a természettudomány eszköztudományát alkalmazva, képes új információk, tehát új forráscsoport feltárására, azonban ezek értelmezése csak az írott források tükrében adhat tudományos értékű eredményt.

Mivel az esetek többségében konkrét objektum vagy esemény nyomát keressük, az előkerülő leletanyag viszonylag pontosan datálható, az összecsapások esetében szinte órára pontosan meghatározható a tárgyak elszóródásának időpontja. A leletanyag pontos datálásával, a más lelőhelyeken előkerülő azonos tárgyak támpontot adhatnak az érintett jelenség korának meghatározásához.

Az összecsapások helyét jelző, fémből (ólom, vas) készült lövedékek a harc során nagy mennyiségben szóródnak a felszínen, és az évszázadok során sem kerülnek nagyobb mélységbe. Így a 20 cm-es keresőtekerccsel felszerelt fémkereső műszerek nagy hatékonysággal képesek kimutatni a helyüket a talajban, 15-20 cm-es mélységig.

---

<sup>1</sup> A szerzők valamennyien a Nemzeti Közzolgálati Egyetem oktatói.

<sup>2</sup> „A csata- és hadszíntérkutatás módszertani kérdései” kiemelt kutatási terület

A terepkutatás során elért eredményeknek köszönhetően az egyetem vezetése nem csak azzal támogatta a munkát, hogy biztosította a hallgatók részvételét a nyári táborokban, hanem több fémkereső műszert is beszerzett. Ez megnövelte a terület átvizsgálásának hatékonyságát és egyre többen szereztek jártasságot az eszközök használatában.

Ezeket a korábbi indukciós aknakereső műszerekből kifejlesztett eszközöket, kezdetben elsősorban hobbi fémkeresősök használták kisebb fémtárgyak (pénzérték, ékszerek, antik fémtárgyak) felkutatására, ami igen gyakran a régészeti lelőhelyek feldúlását jelentette. Emiatt a tudományos kutatók többsége idegenkedett a fémkereső műszerek használatától és csak lassan alakult ki a régészeti felhasználás módszere. Az ásatások során, a kidobott földben és a feltárt rétegekben maradt fémtárgyak felkutatására használható segédeszköz, azonban a terepbejárások során, a nagy felületek és bolygatott felszíni rétegekben a régészeti korú tárgyak megtalálásának leghatékonyabb eszköze. Mivel a katonai felszerelés, a fegyverek és a különböző lövedékek döntően fémből készülnek, az összecsapások nyomait őrző harcterek átvizsgálására is ez a legalkalmasabb eszköz.

A terepbejárás eredményeit figyelembe véve tervezzük meg a műszeres kutatást. Ideális esetben, nyílt, akadályoktól mentes területen észak–dél, kelet–nyugat irányú 5 méter széles, 50 méter hosszú sávokat jelölünk ki, egymásra merőlegesen. Ez egy 50x50 méteres rácsot eredményez. A vizsgálat során két különböző típusú műszert használunk, lehetőleg egy magas és egy alacsony frekvencián működőt. Az egyik műszerkezelő az észak–dél irányú sorokban dolgozik, a másik pedig rá merőlegesen, a kelet–nyugat irányban. Így a teljes földterület legalább kétszer, két különböző műszerrel kerül átvizsgálásra. Ezt a 2-2-90 nevű módszert amerikai kutatók dolgozták ki.<sup>3</sup>

A kutatás során előkerülő leleteket a kezelő kiássa és megjelöli. Erre a célra színes, messziről is jól látható zászlókat érdemes használni. Ezt követően a leletek helyét pontosan felmérjük, és egy vázlaton rögzítjük. A tárgyakat felszedjük, zacskózzuk, és azonosító számmal látjuk el. A felmérés során a hálózaton belül használjunk mérőszalagot, mivel ez adja a legpontosabb eredményt. A hálózat sarokpontjait pedig jól azonosítható tereptárgyakhoz viszonyítva mérjük be. Erre a célra jól használható a lézertáv mérő. Érdemes a pontokat GPS-el is rögzíteni.

Erdős, bozótos, nehezen áttekinthető terepen sokkal nehezebb dolgunk van. Itt a legjobb, noha nem a legpontosabb eszköz a GPS. Az ilyen terület átvizsgálásánál figyelembe kell vennünk, hogy a növényzet miatt jelentős terület marad átvizsgálatlanul. Célszerű a kutatás

---

<sup>3</sup> A rövidítés jelentése: 2 kezelő, 2 különböző műszerrel, egymáshoz képest 90°-ban vizsgálja a területet. Rich Green: Metal Detection Reconnaissance. [www.har-indy.com/Methods.html](http://www.har-indy.com/Methods.html) (Letöltve: 2009.1.11.)

során a GPS-el rögzíteni a mozgásunk útvonalát (track rögzítés). A megtalált leleteket kiássuk, megjelöljük és útpontként rögzítjük a GPS-ben. A terület átvizsgálása során időnként érdemes letölteni az adatokat és ellenőrizni a bejárt területet. Ebből láthatjuk, hogy hol vannak kihagyott részek, hol sűrűsödnek a leletek, merre vannak üres terek. Ezeket alaposabban kell a továbbiakban vizsgálni. A kutatás befejezése után a GPS segítségével keressük meg a leleteket, majd a felszedés után zacskózzuk és a GPS útpont azonosító számával jelöljük. A felszedést lehetőség szerint kedvező műhold konstelláció idején hajtsuk végre és ekkor újra mérjük be az összes lelet helyét. Ezzel együtt rögzítsük a térképen és a terepen jól azonosítható pontokat is a mérés ellenőrzéséhez.<sup>4</sup>

Zrínyi-Újvár területén az ostromtevékenység során a sáncokban számos befürödött ágyúgolyó került a mélyebb rétegekbe. Mivel ezek helyzete fontos információt jelent a tűzéréség működésére vonatkozóan, azonban ezek felkutatására csak korlátozottan alkalmasak a fentiekben ismertetett műszerek, keretes mélykereső készülékeket is beszereztünk.

Ezek használata során kialakult egy hatékony és eredményes munkamódszer.

Az átvizsgálás során a német gyártmányú Lorenz Deepmax X6<sup>5</sup> és a magyar fejlesztésű ORION<sup>6</sup> keretes mélykereső műszereket használtuk, 1x1 m-es keretantennával. A gyári adatok alapján a műszerek 1,5 méteres mélységig képesek érzékelni egy 100 cm<sup>2</sup>-es fémtárgyat, ami megfelel az általunk keresett ágyúgolyók méretének. Kedvező tulajdonsága a műszereknek, hogy a felszín közeli kisebb méretű fémtárgyakat nem jelzik, ami hatékonyabbá teszi a munkát. Idővel kialakult a munkamódszerünk is. Ahol a keretes fémkereső határozott jelet adott, először eltávolítottuk a felső 10-20 cm-es humuszréteget. Ha a jel erőssége nem változott – azaz nem a humuszban rejtőző fémszeméttel van dolgunk – megjelöltük a helyet és a kisebb teljesítményű GARETT 2500-as<sup>7</sup> 20 cm átmérőjű keresőfejjel felszerelt fémkeresővel is ráértünk. Ha ez nem jelzett, akkor valóban, 80 cm-nél nagyobb mélységben lehet a kijelzett fémtárgy. Egyéb esetben a GARETT kijelzője megmutatja céltárgy méretét és mélységi elhelyezkedését is. Ezután megkezdtük a talaj eltávolítását, de csak egy szűk – 25-30 cm átmérőjű – csatornát ástunk a tárgy irányába, hogy minimálisra csökkentsük a beásás okozta talajszerkezet rombolást. A munka során időről-időre a GARETT keresőfej lehelyezésével pontosítottuk a jel helyét – ha jól határoztuk meg a középpontot – annak egyre erősebbnek kell lennie. A kutatás utolsó fázisában kapott szerepet a GARETT Pro Pointer, amely csak akkor jelez, ha a céltárgyat

---

<sup>4</sup>Négyesi Lajos: Csata néma tanúi. A csata- és hadszíntérkutatás – hadtörténeti régészet fogalma és módszerei. HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, 2010. 98.o.

<sup>5</sup>[www.metalldetectors.de/uk/products\\_deepmax\\_x6.htm](http://www.metalldetectors.de/uk/products_deepmax_x6.htm) (Letöltve: 2014.2.17)

<sup>6</sup>[www.metalldetector.hu/orion.html](http://www.metalldetector.hu/orion.html) (Letöltve: 2014.2.17)

<sup>7</sup>[www.garrett.com/hobbysite/hbby\\_gti2500\\_key\\_features.aspx](http://www.garrett.com/hobbysite/hbby_gti2500_key_features.aspx) (Letöltve: 2014.2.17)

néhány centiméterre megközelítettük. Az ágyúgolyó kiemelése után, megmértük a kiemelés mélységét és a lelőhely koordinátáit GPS-el rögzítettük.

A kutatások során már kezdettől alkalmaztuk a nem romboló vizsgálati módszereket, elsősorban a különböző geofizikai méréseket.<sup>8</sup> Zrínyi-Újvárnál a felmérésre kijelölt terület erős lejtése, a növényzet és a várt jelenségek jellege (feltehetőleg átégett objektumok) indokolta a mérési módszer alkalmazását, ami 0,5x0,5 méteres rácsban történt.

A 14x15 m-es mérési területet a feltételezett sánc rézsűjén jelöltük ki, ahol az egykori palisád nyomait kerestük. A felmérés két ponton mutatott ki a bolygatatlan talaj 1-2 nT-ás jeleihez képest jelentősebb anomáliákat. A felmért terület északi peremén egy, a területet ferdén metsző, 2 m széles, 15-20 nT erősségű sáv figyelhető meg, amely átégett objektumra utal. Ezt megerősíteni látszik a fémkeresős kutatás során 50-60 cm mélységben itt talált átégett réteg is. Alakjánál és jellegénél fogva elképzelhető tehát, hogy ez az anomália a védművek maradványaira utal.<sup>9</sup>

A hadtörténelmi események során végzett talajmunkák sok esetben ma is érzékelhető mikrodomborzati nyomokat hagynak. Ezek érzékelése sok esetben a nagyobb felszín struktúráinak vizsgálata során értelmezhető. Mivel a helyszínek egy része növényzettel fedett terepen van, itt a terepbejárás során érzékelhető gödröket, kiemelkedéseket GPS felméréssel tudjuk érzékelni. Nagyobb felületen a LIDAR mérés ad eredményt, de a terepbejárást nem pótolhatja.

Nyílt területeken a struktúrák felismerésének fontos eszköze a drón, mellyel kedvező körülmények között viszonylag gyorsan készíthetünk légi felvételeket. Ilyen időszak lehet a ferde szögben beeső hajnali vagy alkonyi napsugár, mely kontrasztosabb árnyékokkal rajzolja ki a mikrodomborzati jelenségeket is, vagy a szántott területeken az eltérő nedvességtartalom, törmelékmező miatti színeltéréseket, a növényzetbeni növekedési vagy szín eltérést mutatja.

A talajmozgatás során az eredeti talajrétegek összekeverednek, és a bolygatatlantól eltérő talajszerkezet alakul ki. Ezt megbízhatóan kutatóárok elkészítésével érzékelhetjük, azonban nagy felületeken viszonylag gyors eredményt ad a talajfúrás. Az egyetem a műszaki kiképzés eszközei között rendelkezik motoros kézi talajfúró eszközzel, mely alkalmas erre a célra.

---

<sup>8</sup>A régészeti célú geofizikai felméréseket a pécsi Echelon Bt., Bertók Gábor vezette munkacsoportja, Simon Béla és Loki Róbert végezte, GSM 19 Overhauser magnetométerrel, gradiométeres összeállításban (0.01 nT felbontás, 0.2 nT abszolút pontosság beállítással. További műszaki adatokat lásd: [www.gemsys.ca/prod\\_overhauser.htm](http://www.gemsys.ca/prod_overhauser.htm) (Letöltve 2014.2.16)

<sup>9</sup> A régészeti feltárás bizonyította a feltételezés helyességét, és így találtuk meg a vár falát tartó cölöpsorok maradványait.

Rendkívüli jelentőséggel bír a megtalált fémleletek metallurgiai vizsgálata. Eddigi tapasztalataink azt mutatják, hogy a fémszerkezetek vizsgálata számos új eredménnyel gazdagította ismereteinket az adott kor technológiai fejlettségéről. Ismerjük a muskétagolyók összetételét, keménységét, gyártási technológiájának módját. A mozsárbombák vizsgálata rávilágított azok alkalmazásának általunk eddig nem ismert módszerére.<sup>10</sup>

#### *A hadirégészeti kutatás módszertani kérdései*

##### *Előkészítés, társadalmi kapcsolatok kialakítása*

Egy feladat előkészítése során elengedhetetlen a megfelelő – formális, vagy informális – kapcsolatok kiépítése. Eddigi kutatásaink során azt tapasztaltuk, hogy a társadalmi kapcsolatok kiépítése meghatározó a siker szempontjából. Nézzük kikkel és milyen területeken kell és szabad együttműködni a terepi kutatás során.

A kutatások előkészítésének legfontosabb feladata a hivatalos kapcsolatok felvétele és folyamatos fenntartása. Alapvető – és erről nem is kívánunk hosszasan szólni – hogy a szükséges engedélyek beszerzése megkerülhetetlen. Ennek elsődleges szereplői a területileg illetékes múzeumok, így a velük való együttműködés meghatározó. Ebbe a csoportba tartoznak továbbá a hazai és külföldi levéltárak, irattárak, egyéb gyűjtemények, amelyek információkat adhatnak a kutatáshoz. Sajátos területe az engedélyek beszerzésének a drón alkalmazása. Minden esetben amikor repül a drón – függetlenül a repülés helyétől, idejétől, magasságától – be kell szerezni a légtérzárra vonatkozó engedélyt. Határközeli repülés esetén további engedélyek beszerzése is szükségessé válhat.

Az érintett önkormányzatok megkerülhetetlen szereplői a kutatásnak. Egyrészt hivatalos szereplők, másrészt informális támogatásuk is felbecsülhetetlen segítséget jelent. Érdekeltségük hangsúlyozása igen fontos szempont, hiszen a kutatási eredmények disszeminációja, számukra is reklám értékkel bír.

A kutatott terület kezelői vagy tulajdonosai meghatározóak a hozzáférés miatt. Mielőtt a kutatást megkezdjük a tulajdonosi engedélyt is be kell szerezni. Bonyolítja a helyzetet, ha természetvédelmi terület, vagy Nemzeti Park kezelésében van a hely.

A helyi cégek támogatása jelentősen megkönnyíti a terepi kutatást. Különösen igaz ez abban az esetben, amikor különleges eszközre vagy feltételekre van szükség. Az egyik kutatásunk során – fémkereső műszereink tesztelésére – fémekkel nem szennyezett területet kerestünk.

---

<sup>10</sup> A fémvizsgálatokban az Óbudai Egyetem és a Miskolci Egyetem szakemberei segítették kutatásainkat.

Kézenfekvőnek tűnt a közeli homokbánya, ahol intenzív kitermelés folyik. A művezetővel kialakított jó kapcsolatnak köszönhetően, egész napra megkaptuk a bánya egyik nagy kiterjedésű területét, ahol megfelelő körülmények voltak a műszerek teszteléséhez. Nem mellesleg mindezt ingyen.

A kutatási területhez közel eső településeken nem csak az önkormányzat képviselőivel, hanem a lakossággal is érdemes jó kapcsolatot kialakítani. Ennek két fontos oka van. Az egyik az, hogy a lakosság helyismerete rendkívüli segítséget ad a kutatóknak. Ők azok, akik pontosan tudják, hogy kit érdemes megszólítani új információkért, mely területeket érdemes szemrevételezni, vagy hol nem érdemes időt tölteni. Természetesen a kapott információkat szűrni kell, mert az idő átrajzolhatja az emlékeket és így a tényeket. Többször is tapasztaltuk, hogy az információt közlő személy mondandójában keveredtek a tények és a vélt igazságok, összemosódtak az öregektől hallott információk. A másik ok az, hogy a helytörténettel foglalkozó lakosok olyan adatokat is tudnak, amelyet még a levéltárak vagy a kutatással hivatásszerűen foglalkozók sem. Az sem ritka, hogy a helyiek átadják a korábban begyűjtött tárgyakat, amelyek a kutatott területről származnak.

További segítséget jelent a helyi lakossággal kialakított jó kapcsolat abban, hogy a mindig szűkös anyagi erőforrásokkal takarékoskodni lehet. Ennek formája lehet az ingyenes (önkéntes) munkaerő, az olcsó szállás és ellátás.

A kutatások eredményeinek feldolgozásában, értékelésében számos felsőoktatási intézménnyel működünk együtt (Óbudai Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Károly Róbert Főiskola). Az eredmények ilyen típusú megosztása egyrészt javítja a kutatás hatékonyságát, másrészt növeli a munka értékét és ismertségét.

Összességében az elmúlt évek során az egyetem munkatársai tapasztalatot szerezhettek a hadtörténelem terepi objektumainak kutatása során, valamint fokozatosan kialakult az ehhez szükséges eszközpark is. Zrínyi-Újvár kutatási eredményeire alapozva, több más helyszínen is felmerült a kutatási igény, amit a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum hadirégészeti kutatásokkal foglalkozó osztályával együttműködésben végeztünk. Utóbbi megszűnésével a hadirégész kutatások iránti igény nem szűnt meg, ezeket a feladatokat az egyetem munkatársai vették át.

Az elmúlt időszakban bekapcsolódtunk a Mohácsi Emlékhely területének átvizsgálásába, a komáromi 1871-ben felállított, majd áthelyezett szabadságharcos emlékműnél feltételezett

tömegsír felkutatásába, a szigetvári vár ostromainak kutatásába. Ezzel együtt tovább folytattuk a Zrínyi-Újvárnál megkezdett kutatásokat is.

A Hadtudományi Kutatóműhely keretét adott ennek a folyamatnak és lehetőséget jelentett a tapasztalatok rendszerbe foglalására. Éppen ezért a kutatóműhely első éves programjában a módszertani tapasztalatok összegzését tűztük ki célul. A következőkben részletesen áttekintjük a különböző eljárások és eszközök sajátosságait.

### *Talajmintavétel módszerei*

A terepi vizsgálatok végrehajtása során a talaj felszínének és az altalaj egyes rétegeinek jellemzői, tulajdonságai és a benne fellelhető leletek alapján következtetünk a történelem adott időszakára és eseményére. A vizsgálati eredményekből levont következtetések annál pontosabban közelítik meg a „valóságot”, minél részletesebb és teljesebb az analízis. A talajvizsgálatnak közvetett és közvetlen módszerei vannak. A közvetett módszerek alkalmazása során nem tárjuk fel a talajt, és nem veszünk talajmintát, hanem közvetett úton, a talaj elektromos ellenállásából következtetünk az altalaj tulajdonságaira. Kutatásaink során alkalmazott egyik ilyen módszer volt a talajradar, amely a felszín alatti határfelületekről ad grafikus képet. Alkalmas a talajrétegződés, talajvízszint, üregek, feltöltött folyómedrek vagy betemetett kutak észlelésére, de megtalálható segítségével a térszín alatti épületmaradvány, csővezeték, vagy nagyobb méretű fémtárgy is. Ezzel szemben a közvetlen módszerek alkalmazásakor feltárjuk az altalajt, talajmintát veszünk és az egyes rétegek anyagát közvetlen szemlélettel minősítjük.

A közvetlen talajfelderítést végrehajthatjuk:

- kutatóárok, vagy kutatógödör készítésével;
- fúrással.

A kutatóárok vagy kutatógödör segítségével történő leletkutatás – valamennyi módszert figyelembe véve – nem csak a legegyszerűbb, hanem a legmegbízhatóbb is. Könnyű a mintavétel, közvetlenül szemlélhető a talaj rétegződése, valamint a leletek épségben történő kiemelése is biztonságos. Ugyanakkor elmondható, hogy csak viszonylag kis mélységig gazdaságos, és csupán a talajvíz szintjéig alkalmazható. Szükség esetén – a biztonságos munkavégzés miatt – dúcolni kell, az oldalfalak beomlásának elkerülése érdekében.



### *Talajmintavétel fúrással*

A fúrással végzett talajfelderítés az egyik leggyakoribb megoldás, mivel csaknem tetszőleges mélységig alkalmazható. A talajvizsgálatok végrehajtása előtt régész segítségével mintavételi tervet készítünk, amely tartalmazza a mintavétel módját, sűrűségét és mélységét. Ezt követően – a tervnek megfelelően – lyukat fúrunk a talajba, majd az onnan kiemelt zavart talajmintát, a talaj rétegződését, a talajban lévő leleteket a helyszínen, laboratóriumban vagy irodában vizsgáljuk, elemezzük, értékeljük és dokumentáljuk.

A fúráshoz kézi és gépi talajfúró egyaránt alkalmazható. A kiválasztásnál az dönt, hogy hány darab lyukat és milyen mélységben kell fúrunk. A nagy darabszámú és nagy mélységű talajminta vételéhez gépi fúróberendezés alkalmazása javasolt, amely jelentősen megkönnyíti és lerövidíti a munkánkat.

Eddigi kutatásaink során alkalmazott fúróberendezések:

Kézi talajfúró típusok:

- saját készítésű csigafúró;
- KF – 3 típusú kézi földfúró;
- KF – 10 típusú kézi földfúró.

Gépi talajfúró típusok:

- STIHL BT – 360 gödörfúró;
- STIHL BT – 121 gödörfúró.

A kézi vagy gépi talajfúróhoz attól függően kell fúrófejet választani, hogy milyen a talaj típusa. Ennek megfelelően lehet:

- spirál-fúró (kötött talajokhoz);
- csiga-fúró (kötött talajokhoz);
- tányér-fúró (plasztikus, kötött talajokhoz);
- kanál-fúró (laza, puha talajokhoz);
- korona-fúró (közet magszerű kivételére);
- véső-fúró (homokkő, sziklabetelepülés áttörésére).

## STIHL BT-121 típusú talajfúró alkalmazása

Kutatásaink során gyakran alkalmazzuk a következő képen látható STIHL BT-121 típusú gépi talajfúrót, számos előnye miatt. Kezeléséhez egy fő elegendő, emellett kis mélységű egyszerű furatok készítésétől a nagymélységű talajminták vételéig sokoldalúan használható. A széles fúrószár választéknak köszönhetően akár 350 mm átmérőig tudunk furatot készíteni, ráadásul rezgéscsillapított fogókerettel és QuickStop fúrófékkel rendelkezik, amely növeli a kezelésbiztonságot. A fék ugyanis a fúróspirál elakadásakor a kezelő combjával ütközve a fúrószárat azonnal leállítja. További fontos előnyei közé tartozik kis mérete és csekély tömege (mindössze 9,4 kg), valamint jelentős motorteljesítménye (1,8 LE).



*1. kép: STIHL BT 121 típusú gödörfúró*

*[http://profigep.com/stihl-gepek/stihl-godorfuro\\_ultetofuro/](http://profigep.com/stihl-gepek/stihl-godorfuro_ultetofuro/) (Letöltve: 2015.9.30.)*

### *Fémkereső műszerekkel végzett vizsgálatok tapasztalatai*

Korábbi kutatásaink során számos eredményt értünk el a fémkeresők alkalmazásával. Ugyanakkor több esetben a fémkereső által jelzett a valós pozíciótól eltért, vagy az ásás folyamán a mért jelek intenzitása lecsökkent, esetleg más vezetőképességű fémre váltott a kijelző. Előfordult olyan eset is, amikor egy korábban szisztematikusan (több műszer felhasználásával, különböző irányokból) átvizsgált terepszakaszon ismételt mérésre került sor, mely során újabb céltárgyakat detektáltunk. Az ilyen esetek jelezték számunkra, hogy a fémkeresők mélyebb műszaki megismerése szükséges annak érdekében, hogy egy átvizsgált terepszakaszról megbízható véleményt tudjunk adni.

A feltárások felgyorsítása és a mérési pontosság megállapítása érdekében egy teszt sorozatot állítottunk össze. Célunk a roncsolásmentes vizsgálatok során alkalmazott különböző gyártmányú és típusú fémkeresők, továbbá a hozzájuk csatlakoztatható eltérő

iránykarakterisztikájú keresőfejek rádiófrekvenciás tulajdonságainak, valamint a segítségükkel elvégzett mérések pontosságának megállapítása volt.

Ezek a validációs teszt eredmények a későbbi felmérések során kamatoztathatóak lesznek, hiszen egy ismert környezetben végzett méréshez tudjuk majd azokat hasonlítani.

A mérések tervezését a szakirodalomban található ez irányú ajánlások és publikációk feldolgozása előzte meg.<sup>11</sup>

### *A műszerek működésével kapcsolatos vizsgálatok*

Az alábbi paraméterek képezték elemzésünk tárgyát (a különböző műszerek technikai adatainak, valamint ideális beállításainak megállapítására):

#### Üzemeltetéssel kapcsolatos mérések

Hatékony kezelési szisztéma kidolgozása, lehetséges hibák azonosítása: optimális lengetési, hordozási sebesség; optimális lengetési szög (szöghiba hatása a mérési eredményekre).

#### Antennakarakteristikával kapcsolatos mérések

Maga a keresőfej a műszer kritikus eleme, egyfelől mert felel a szabadteréből becsatolt elektromágneses térerősségnek a műszerre történő csatolásáért, továbbá a használat során ezt éri a legtöbb fizikai behatás (hozzaér a magas fűhöz, hozzáverődik az ágakhoz). Ennek következtében lényeges kérdés, hogy meg tudjuk állapítani az adó-vevőantenna iránykarakterisztikáját, valamint tudomást szerezzünk arról, hogy a használat során szerzett sérülés hogyan befolyásolja a készülék működését (szakadás vagy rövidzár alakul ki a keresőfejben). Fontos adat a maximális és minimális letapogatási mélység behatárolása, valamint a felbontóképesség meghatározása (kettő vagy több egymáshoz közeli céltárgy minimális távolsága, mely esetén a műszer még meg tudja különböztetni a különálló objektumokat).

#### Zavartűrő képesség

Egy időben működtetett, azonos frekvenciájú műszerek (fémkeresők, magnetométerek) közti minimális távolság, amely még zavarmentes működést biztosít.

#### Szűrési opciók

---

<sup>11</sup> Pascal Druyts, YannYvinec, Marc Acheroy: A Framework To Relate Soil Properties To Soil Classes Based On Performance Of Metal Detectors And Dual Sensors.<http://www.sic.rma.ac.be/~pdruyts/publi/ChapterSoilClasses.pdf> Letöltve: 2015.10.10.

A különböző zavarok kivédésének, hamis, fantom jelek az előre beállított szűrők beállításával kizárhatóak.

Diszkrimináció (céltárgy azonosítás, vezetőképesség szerinti szűrés lehetősége)

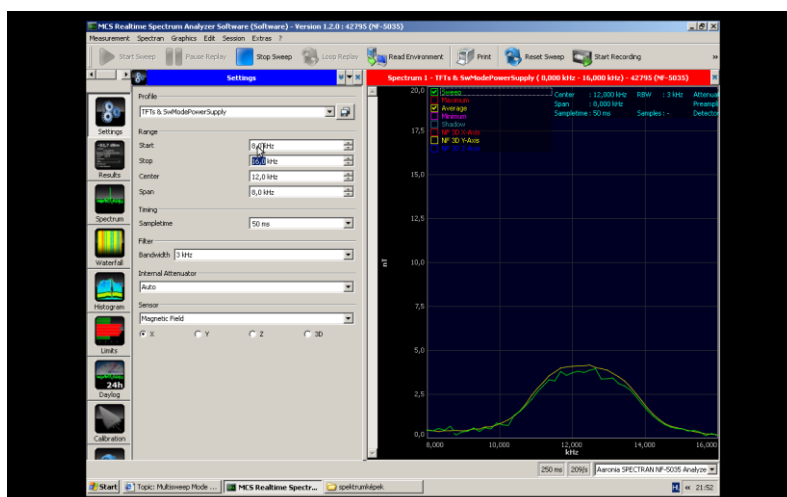
A korszerű fémdetektorok segítségével megkülönböztethetők a vastartalmú (vas, acél-), valamint a nem-vastartalmú (arany, ezüst, réz, platina, alumínium, ólom, cink) tárgyak. Ennek a képességnek a megbízhatósága kiemelten fontos vizsgálati szempont.

### *Műszeres ellenőrzés*

Bizonyos rádiófrekvenciás tulajdonságok, paraméterek csupán ezzel az eljárással állapíthatók meg. A gyártók általában szűkszavúan fogalmaznak a műszerek működési elvével kapcsolatban. Nyilván ezzel a hobbi elektronikával foglalkozók kedvét akarják elvenni attól, hogy fémkeresőt építsenek (hogy a készülék elektronikáját lemásolják).

Az eltérő fémekhez más-más frekvenciatartomány használata javasolt (más a ólom, vastartalmú tárgyakhoz, és más a nemesfémekhez, ötvözetekhez). A működési elv is nagyban befolyásolja a helyes kezelést, melyet a gyári leírásból nehéz megérteni (általában csak a kezelői utasítást teszik elérhetővé, a technikai specifikációt nem).

A fentiek problémát jelentenek számunkra is, hiszen ha ismert, hogy milyen jellegű fémtárgyakra számíthatunk (csatatérkutatás során ólom-, vaskövek, vas ágyúgolyó), akkor olyan műszert választunk, amely optimális az adott fémek érzékelésére (2. kép)

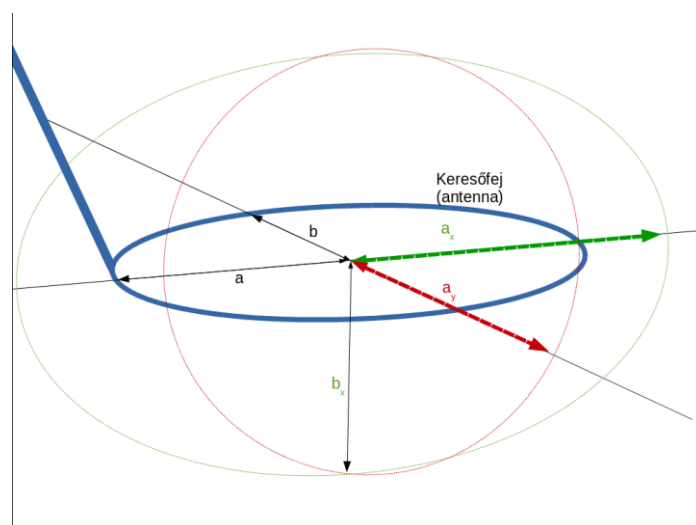


2. kép: A Garrett 2500 GTI fémkereső frekvencia képének megjelenítése spektrum analízátor segítségével (Forrás: szerzők)

## „Air” teszt<sup>12</sup>

Ez a legegyszerűbb mérés, mely során a földfelszínre helyezzük a céltárgyat és megpróbáljuk a keresőfej közelítésével meghatározni a maximális érzékelési távolságot. Alternatíva erre a módszerre, ha a keresőfejet helyezzük a földre, és a céltárgyat kézzel közelítjük (ezzel az iránykarakterisztika állapítható meg egyszerűen, valamint vannak olyan műszerek, melyek működéséhez elengedhetetlen a keresőfej lengetése, mozgatása).

Az alábbi képen a kis és közepes mélységek felderítésére alkalmazható kézi fémkeresők jellemző keresőfejeinek iránykarakterisztikáját ábrázoltuk.



1. ábra: A keresőfej  $(a,b)$  antenna karakterisztikája (sík  $a_x, a_y$ , mélység  $b_x$ )  
(szerzői munka)

A szakirodalomban sokszor ezt a validációs eljárást javasolják azonban nagy hibája, hogy a különböző szerkezetű, összetételű talaj csillapító hatását nem veszi figyelembe.<sup>13</sup>

### *Valós környezetben végzett validációs mérések*

A terepen végzett mérések eredményeihez leginkább korreláló eredményt akkor kapunk, ha az ismert fizikai tulajdonságú céltárgyakat ásunk a földbe, majd azokat keressük meg a műszerünkkel, rögzítve a kijelzett értékeket. Problémát jelenthet, hogy ezeknek a validációs méréseknek különböző mélységekben is el kell végezni. Ezt a problémát több, azonos méretű, alakú és összetételű céltárgy egyidejű beásásával, és vizsgálatával oldhatjuk meg.

<sup>12</sup> Bővebben: [http://www.metal detecting world.com/bench\\_air\\_test\\_metal\\_detector.shtml](http://www.metal detecting world.com/bench_air_test_metal_detector.shtml)

<sup>13</sup> Forrás: Sergei Upstateny – How to Air Test (Bench Test) Various Non-Ferrous and Ferrous Targets p. 1  
[www.metal detecting world.com/bench\\_air\\_test\\_metal\\_detector.shtml](http://www.metal detecting world.com/bench_air_test_metal_detector.shtml) Letöltve: 2014.8.2.

Meg kell jegyezni, hogy eredményünk ekkor sem lesz teljes másolata a várható terepi méréseknek és a vizsgálati körülményeknek, hiszen a talajtípus, nedvességtartalom, a talaj és a levegő hőmérséklete más lesz. Továbbá a több évtizede a földben korrodálódó fémekre jellemző az „Aura hatás”<sup>14</sup> (a korrodáció hatására oldott fém oxid oldódik a tárgy körüli nedves talajba, ezzel megnövekedett vezetőképességű területet hoznak maguk körül létre), mely növeli a detektálási valószínűséget és növeli a detektálási mélységet.

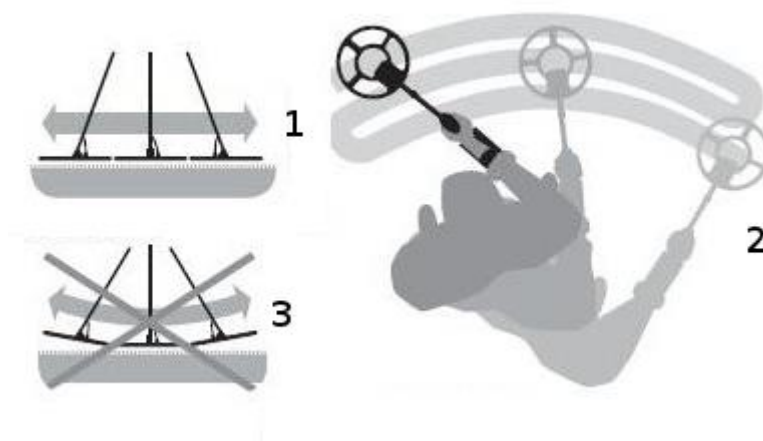
### Hibatípusok

Műszer hiba: előfordulhat, hogy a műszer fizikai korlátai miatt nem érzékeli, vagy tévesen érzékeli a céltárgyakat.

False pozitív hiba: ebben az esetben a vizsgált területen ugyan nincs fémtárgy, azonban a műszer jelzést ad ki.

False negatív hiba: ebben az esetben a vizsgált területen van fémtárgy, azonban a műszer nem ad jelzést.

Kezelői hiba: a kezelő figyelmetlensége vagy fáradtsága miatt megmásítja a mérést, csökkenti annak hatékonyságát.



3. kép 1. a fémkereső műszer helyes kezelési tartása, 2. a helyes lengetés, 3. tipikus kezelési hibák (Forrás: White's Electronics, Inc.-TDI Pro OWNER'S Guide, 25. oldal  
[www.whiteselectronics.com/media/downloadable/files/samples/t/d/tDI\\_pro\\_manual.pdf](http://www.whiteselectronics.com/media/downloadable/files/samples/t/d/tDI_pro_manual.pdf))

<sup>14</sup>Az angol szakirodalomban, mint „HALO effect” találkozunk ezzel a jelenséggel. [www.metaldetectingworld.com/test\\_garden.shtml](http://www.metaldetectingworld.com/test_garden.shtml) Letöltve: 2015.10.10.

Konfigurációs hiba: amikor a kezelő hibás beállításokkal lerontja a műszer detektáló képességét (jellemző hiba, hogy valamilyen szűrési beállítással, esetleg a szenzitivitás csökkentésével megakadályozzuk bizonyos fémek érzékelését).

Működtetési hiba: a kezelés során nem az ideális módon használja a kezelő a készüléket. Tipikusak a műszer tartásából (a keresőfej vízszintestől eltérő orientációja), a lengetés sebességéből (túl lassú, vagy gyors), a lengetési sávok közti távolságból (nincsenek átfedésben) fakadó hibák.

Detekciós hiba: a kezelő nem érzékeli a kereső által kiadott jelzést.

A mérés technika egyik alapkövének tekinthetjük, hogy a környezet bizonyos paramétereinek mérésére használható eszközöknek (műszereknek) megbízható, megismételhető mérési eredményeket kell biztosítaniuk. A vizsgálatokat megelőzően célszerű ismert eredményű méréseket lefolytatni (ismert anyagú, méretű céltárgy, ismert mélységben). Ezeket kalibrációs méréseknek tekinthetjük. Az ellenőrző mérések másik típusát a beállítások, áramköri elemek hibamentességének megállapítására használjuk. Ennek különböző szintjei lehetnek: a bekapcsolást követő egyszerű működésellenőrzéstől (céltárgyat helyezünk a mérőfej iránykarakterisztikájába) egészen a néhány évente elvégzett komplett kalibrációs mérésekig. A fent vázolt mérésekkel szisztematikusan behatároljuk a különböző készülékeinket, egyértelművé téve az egyes visszajelzések értelmezését a terepi mérések során. A következő lépés keresztreferenciák (különböző műszerek mérési eredményei azonos céltárgyon) kialakítása, valamint a más mérési eljárásokkal történő összehasonlítás (magnetométer, talajradar).

#### *Légi eszközökkel történő geodéziai felmérés (LIDAR)*

A LIDAR (LightDetection and Ranging) magyarul lézer alapú távérzékelés vagy lézerszkennelés, egy saját energiaforrással rendelkező távérzékelési rendszer. Eltérően a radartól a LIDAR az ultraviola, a látható vagy az infravörös tartományban működik. Egy repülőgépen elhelyezett pulzáló lézer által kibocsátott és visszavert fénnel letapogatjuk a földfelszínt. A lézersugár iránya merőleges a repülés irányához képest. A lézer impulzusoknak a kibocsátásuk és a föld felszínéről történő viaszverődésük detektálása között eltelt idejét nagy pontossággal megmérjük és a kibocsátott fény hullámhosszának ismeretében távolsággá alakítjuk. A sugarat kibocsátó lézert szállító repülőgép pontos helyét a mérések időpillanataiban egy kinematikus GPS segítségével határozzuk meg. A gép egyenetlen mozgását és irányváltásait egy kinetikus navigációs rendszerrel (INS) rögzítjük. Az így kapott adatokat

(vektorokat) összegezve és a repülőgép mért helyzetét ennek megfelelően pontosítva, lehetővé válik a földfelszín adott pontjainak nagy pontosságú meghatározása.<sup>15</sup>

A mérési eredmények – a légi alkalmazásból következően – tartalmazzák a nem felszíni objektumoktól (épületek, fák, egyéb tereptárgyak) származó értékeket. Ezeket az adatokat algoritmusok segítségével le kell szűrni. A különböző felhasználások igényeinek megfelelően megkülönböztetjük a felszínt meghatározó digitális domborzat modellt DTM (Digital Terrain Model) magyarul DDM, és a digitális felszínborítás modellt DSM (Digital Surface Model).

A hadirégészeti kutatások során kiemelt szerepe van a LIDAR alkalmazásának, hiszen rövid idő alatt, nagy területet lehet átvizsgálni. A kapott eredmények értékelése alapján aztán szűkíteni lehet a terepi kutatás helyszíneit. Ugyanakkor a módszer költségei igen magasak, ami nem könnyíti meg elterjedését. Zrínyi-Újvár kutatása során alkalmaztuk először a módszert, amelynek kivitelezésére a gyöngyösi Károly Róbert Főiskola szakembereit kértük fel.<sup>16</sup> A légi távérzékelés engedélyezésének és a távérzékelési adatok használatának rendjéről szóló 399/2012. (XII. 20.) Korm. rendelet szerinti engedélyeztetési eljárást a főiskola lefolytatta, amely alapján 223-302013. engedélyszámon, 2013. március 19-én a légi távérzékelés lefolytatására a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatától engedélyt kapott. Ezt követte a repülés, a következő paraméterek szerint.

a. Lézerszkenneres és digitális mérőkamerás felvételezés

Az elvégzendő feladat légi geodéziai felmérés elvégzése egyidejű, azonos platformon működő digitális mérőkamerával, 2,5 km<sup>2</sup> területre. Az érintett területet reprezentáló vektorgrafikus térinformatikai fedvényt az sz. ábra mutatja.

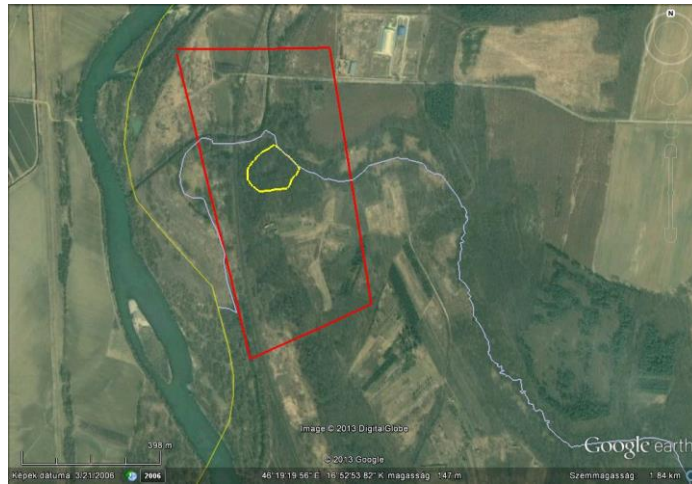
A felmérés célja az volt, hogy a tervezési feladatokhoz nagy pontosságú alapadatokat állítson elő. Benne a digitális felszínmodell 3 dimenziós klasszifikálhatósági lehetőséggel, a növényzet magasságának és a terepfelszín értékelésére. Az elkészült felszín modell tartalmazza a terepfelszín és a növényzet magasságának adatait, melyből modellezhető a felszíni objektumok pozíciója és formája, maximum 5 cm horizontális és vertikális pontossággal. Ugyancsak feladat volt a terület digitális ortofotójának elkészítése.

---

<sup>15</sup><https://hu.wikipedia.org/wiki/LIDAR> Letöltve: 2015.9.27.

<sup>16</sup> A főiskola kutatóit dr. Tomor Tamás, a Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet igazgatója vezette, munkájukat alvállalkozóként az Aero Média Légitfuvarozó és Szolgáltató Korlátolt Felelősségű Társaság támogatta.





4. kép Zrínyi-Újvár kutatása során a LIDAR technológiával felméréndő terület (közepén az ötszög forma mutatja a vár helyét (forrás: szerzők)

- b. A felmérésnek a következő műszaki minimum követelményeknek kellett eleget tenni:
  - Többimpulzusos mérés,
  - Geometriai pontosság: RMSE <10 cm (vertikális),
  - Mintavételezési lehetőség 90 Hz-ig,
  - Többimpulzusos mérési lehetőség vegetáció térképezésre (150 KHz-ig),
  - Átlagos pontsűrűség = 40 pont/m<sup>2</sup>,
  - Vetületi rendszer: EOVS (egységes országos vetületi rendszer) és WGS84.
- c. Minőségi követelmények az ortofotókkal szemben:
  - minimum 15 cm felbontás,
  - RGB színösszetétel,
  - minimális geometriai pontosság: RMSE = 15 cm,
  - vetületi rendszer: EOVS (egységes országos vetületi rendszer),
  - EOTR szelvényezés szerinti felosztás.
- d. Geodéziai kontroll felvételezések LIDAR méréssel egy időben:
  - minimum 1 bázisállomással 1 Hz üzemmódban,
  - egy kontroll területen történő Lidar ellenőrző mérés: egy kontroll területen min. 30 mérés szabályos rácshálóban (1 mérés max. 4-5 méterenként),

- digitális terepmodell kontroll mérése geodéziai felvételezéssel,
- geodéziai mérés pontossága  $1\text{ cm} < \text{RMSE}$ .

A LIDAR mérés végtermékeként – a további kutatások megalapozására – rendelkezésünkre áll a felszínmodell a terepfelszínről és a növényzetről, a LIDAR felmérés feldolgozott és klasszifikált pontfelhője, és az ortofotók. A felületmodelleket raszteres IMG és TIN formátumban; a pontfelhőt TXT formátumban; az ortofotókat raszteres IMG formátumban; a kontroll méréseket ESRI SHP és geoadatbázis formátumban tároljuk.

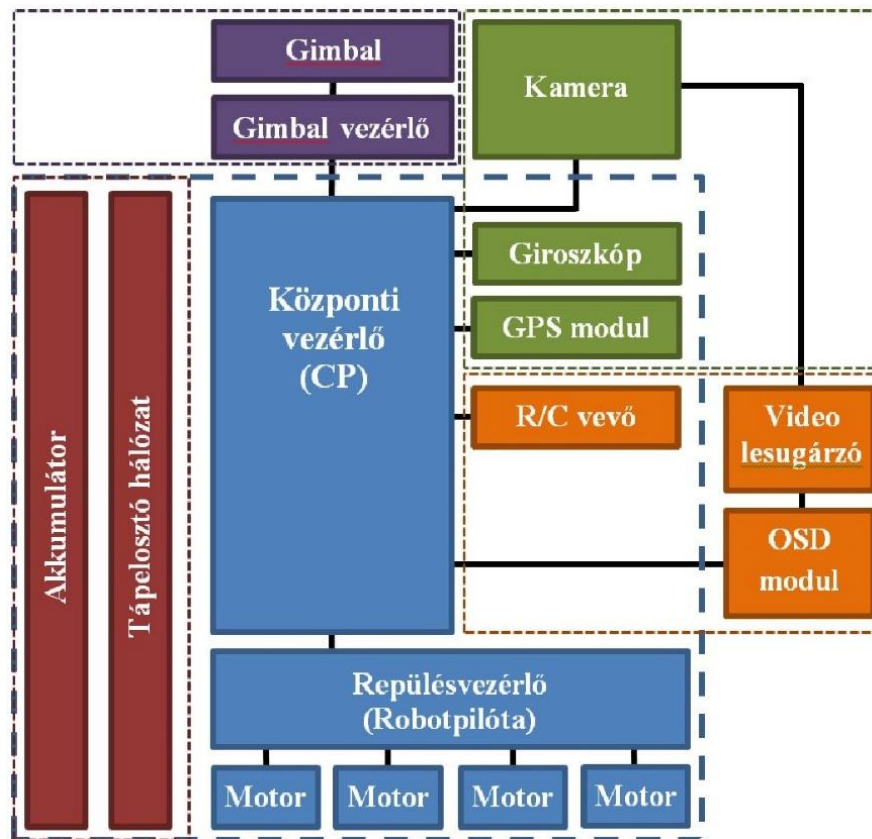
A mérések eredményeként pontos képet kaptunk a vár és környékének felszínéről. Megfelelő szoftveres támogatással modellezhetővé vált a várat egyik oldalról övező halastó vízzel borított felszínének meghatározása, ezzel a török ágyúállások lehetséges helyzetének meghatározása. Elkészítettük a terep felszínét mutató – papír alapú – térképes feldolgozást és megteremtettük a lehetőségét a dombortérkép előállításának is. Folyik az adathalmaz további feldolgozás és szűrése.

#### *Drónok alkalmazása a terepkutatásban*

A levegőből történő terepkutatás sok feladat végrehajtása esetén nyújthat jelentős segítséget akár a hatóságok (tűzoltóság, rendőrség, mentőszervezetek), akár a katonák, vagy a régészettel, hadszíntérkutatással foglalkozó szakemberek számára. A földfelszíntől eltávolodva átfogó képet lehet kapni a vizsgált területről, így olyan dolgok észlelésére és megfigyelésére is lehetőség nyílik, amit a felszínről a domborzat, növényzet, vagy az emberi beavatkozás következményeként nem lehet hatékonyan megtenni. Légi régészet céljára az elmúlt évszázadban ballonokat, kisrepülőket, majd helikoptereket vettek igénybe, amelyek fedélzetéről a kor technikai színvonalának megfelelő fényképezőgépekkel mérték fel és dokumentálták a lelőhelyeket.<sup>17</sup> Ez a módszer ma már körülményesnek és költségesnek tűnik, hiszen a levegőből történő fényképezés eszközrendszere új szereplőkkel bővült. Az elmúlt évek gyorsuló fejlesztésének eredményeként mára olyan multirotoros távirányítású repülő eszközök váltak hozzáférhetővé a piacon, amelyek a hobbi felhasználók igényeinek kielégítése mellett már professzionális feladatokra is hatékonyan vehetők igénybe.

---

<sup>17</sup> [www.legifoto.com/magyar/oldalak/legi\\_fenykepezes\\_alapjai/](http://www.legifoto.com/magyar/oldalak/legi_fenykepezes_alapjai/) Letöltve: 2015.10.10.



2. ábra: A rendszer egyszerűsített vázlata (szerzői munka)

### A rendszer felépítése

A légi fényképezésre és terepkitatásra alkalmazott eszközök funkcionális egységei többféle szempont szerint csoportosíthatóak. A drónt, mint repülő eszközt (légi járművet) olyan hordozó platformnak tekintjük, melynek feladata a kamerának a kiválasztott témára történő megfelelő pozicionálása. Részének tekintünk minden olyan modult, amely közvetlenül a repüléshez szükséges funkciók megvalósításáért felelős. A kamera optikai érzékelője a szenzor alrendszer részeként kezelhető (a GPS modul és a gyroszkóp mellett). Feladata az optikán keresztül a látható hullámtartományban a CCD,<sup>18</sup> vagy CMOS<sup>19</sup> alapú képérzékelő lapka felületére beérkező fény villamos jellé történő alakítása.<sup>20</sup>

Ezek a jelek először feldolgozásra, majd képként – vagy időben gyorsan egymást követő képek sorozataként, azaz videóként – valamilyen fájlformátumban tárolásra kerülnek a kamerában elhelyezett adathordozón. Amennyiben az operátor számára valós időben láthatóvá szeretnénk tenni a kamera képét, illetve az alapvető repülési paramétereket és állapotjelzőket,

<sup>18</sup>Charge-coupledDevice – töltés-csatolt eszköz

<sup>19</sup>Complementary Metal-Oxide Semiconductor – komplementer fémoxid félvezető

<sup>20</sup>[www.oktel.hu/szolgaltatas/kamerarendszer/kamerak/ccd-es-cmos-erzekelok/](http://www.oktel.hu/szolgaltatas/kamerarendszer/kamerak/ccd-es-cmos-erzekelok/) Letöltve: 2015.10.10.

egy videojel lesugárzóra (video downlink) és egy kisegítő eszközre (OSD<sup>21</sup> modul) van szükségünk, melyeket a kommunikációs alrendszer részének tekintünk. Természetesen ennek az alrendszernek része a távirányító jelének vételére alkalmas berendezés (R/C vevő) is. A kamera és a drón közötti mechanikai kapcsolatot megvalósító gimbal, illetve a villamos áramkörök és motorok működéséhez szükséges fedélzeti tápellátást biztosító akkumulátor és elosztóhálózat is tekinthető egy-egy önálló alrendszernek. A fentiek alapján a rendszer egyszerűsített blokkvázlata a következő ábrán látható.

### *A rendszer elemei*

A terep kutatások, felmérések és hadszíntér kutatás során használt eszközünk a DJI Phantom 2 típusú quadcopterére (négyrotoros multicopter) épül, amelynek átmérője mindössze 400 mm (propellervédők nélkül), önsúlya 1160 g. Beépített GPS modullal és giroszkóppal rendelkezik, melyek biztosítják az eszköz pontos térbeli pozicionálását és stabilitását. A precíz működéshez természetesen egy jól hangolt (konfigurált), a géphez optimalizált repülésvezérlő modul (robotpilóta rendszer) is szükséges, ami szintén a géptest műanyag burkolata alatt kapott helyet, és aminek köszönhetően az irányítás kifejezetten felhasználóbaráttá vált. A kezelő így repülés közben nagyobb hangsúlyt fektethet a fotózás témájának kiválasztására, és nem kell a gép mozgásának folyamatos korrekciójával foglalkoznia. 5200 mAh kapacitású lítium-polimer akkumulátorával optimális időjárási körülmények között (szélcsend), a mozgatás dinamikájától függően legfeljebb 15-25 percet képes a levegőben maradni, amit a fedélzetére szerelt további elektronikus eszközök mind fogyasztásuknál, mind súlyuknál fogva tovább csökkentenek.<sup>22</sup>

A gép repülési tulajdonságairól – a gyári adatok ismerete mellett – célszerű meggyőződni saját tesztrepülések során, mielőtt éles feladatot hajtunk vele végre. Az általunk használt konfigurációban a hasznos repülési idő 10-12 perc környékére korlátozódik. A gép vízszintes irányú haladási sebessége maximálisan 15 m/s, amit közel 35°-os dőlési szöggel lehet belőle kirepülni. Dinamikus, 6 m/s-os emelkedésre képes, ami rövid idő alatt lehetővé teszi az utazómagasság elérését. Az ereszkedés és leszállás, mint minden más repülő eszköz esetében, ennél a gépnél is kritikus manővernek számít. Nem érdemes kihasználni a maximális 2 m/s-os süllyedési sebességet, mert az könnyen a tervezettnél keményebb landolást és a gép elvesztését eredményezheti. A baleset veszélyét csökkenti, ha az operátor a fokozatos és kisebb vízszintes irányú mozgatással is kiegészített ereszkedést választja, annak ellenére, hogy ez természetesen

---

<sup>21</sup> On-Screen Display

<sup>22</sup>[http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_2/en/PHANTOM2\\_User\\_Manual\\_v1.4\\_en.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_2/en/PHANTOM2_User_Manual_v1.4_en.pdf)  
Letöltve: 2015.10.10.

növeli a leszálláshoz szükséges és ugyanennyivel csökkenti a feladat végrehajtására fordítható időt. Nagy figyelmet kell fordítani arra, hogy mindig maradjon az adott repülési magasságról történő leszálláshoz elegendő akkumulátor töltöttség. A repülést jelentősen befolyásoló és a leszállást megnehezítő tényező a szél. Mindamellet, hogy a szélnek való ellentartás lebegés közben jelentősen csökkenti a fedélzeti akkumulátor töltöttségét, a légáramlás irányába történő mozgás esetén figyelembe kell venni, hogy a maximális repülési sebességét megközelítő szélben az eszköz visszavezetése csaknem lehetetlen. A szituációt az akkumulátor gyorsabb lemerülése tovább súlyosbíthatja. Az elmúlt hónapokban arra a meggyőződésre jutottunk, hogy leszálláskor minden esetben célszerű a levegőben „elkapni” a gépet, és a fogó mindig jó, ha munkavédelmi kesztyűt visel. A talajra történő landolás a gép sérülését okozhatja.

A drón hétécsatornás távirányítójának (kontroller) 2,4 GHz-es üzemi frekvenciája az ISM,<sup>23</sup> azaz konkrétan a WiFi<sup>24</sup> alsó sávjába esik, ezért olyan nagyvárosi környezetben, ahol ez a tartomány erősen „szennyezett”, az esetlegesen fellépő, vezérlés szempontjából káros interferenciák és zavarok miatt fokozott figyelemmel kell a repülést végrehajtani. Különösen érvényes ez olyan objektumok területén, vagy épületek közelében, ahol a vezeték-nélküli hálózati lefedettség nagy (épületek, irodaházak). Optimális terjedési viszonyok között, nyílt, zavaroktól mentes terepen a hatótávolság meghaladhatja az 1000 m-t, ugyanakkor repülésbiztonsági szempontból nem célszerű a szabad szemmel még látható tartományból kivezérelni a drónt. Tapasztalataink alapján a még nagy biztonsággal uralható tartomány 300 m sugarú körön belül és 100 m-es repülési magasság alatt van, amelyet természetesen jelentősen befolyásolnak a meteorológiai (szél) és fényviszonyok.

A kontroller egyszerű, funkcionális felépítésű, felhasználóbarát, kizárólag a legszükségesebb kezelőszervek kaptak rajta helyet. Az irányítására szolgáló karok (botok) self-centering kialakításúak, azaz külső beavatkozás nélkül maguktól visszaállnak középhelyzetbe. Ez azt jelenti, ha az operátor elengedi valamelyik botot, a drón adott irányú mozgása megszűnik, mindkét kar nyugalmi helyzetében pedig egy helyben lebeg (GPS mód esetén). Bár gyakorló modellezők számára ez szokatlan megoldás lehet, a kisebb repülési tapasztalattal rendelkező felhasználók számára nagy segítség és jelentősen növeli a repülés biztonságát. A gázkar segítségével szabályozható a drón emelkedése és süllyedése, illetve oldalirányú mozgatás esetén a függőleges tengelye körüli elfordulása. A kamera ebben a síkban együtt mozog a géptesttel, míg a függőleges síkban történő megdöntésére a távirányító hátulján

---

<sup>23</sup>Instrumentation, Scientific and Medicalband

<sup>24</sup>WirelessFidelity

kialakított külön kar szolgál. A drón vízszintes síkban történő elmozdulást a „bólintókar” megfelelő irányba történő elmozdítása szabályozza. Előre tolás esetén (kikapcsolt IOC<sup>25</sup> mellett) a drón előre, a kamera irányába mozdul el, míg hátrahúzás esetén „tolat”. Ugyanezen bot oldalirányú kitérítése a csűrést vezérli, azaz a drón abba az irányba fog megdőlni és oldalazva haladni, amerre az operátor elhúzza a kart. A mozgásformák az irányító karok megfelelő használatával tetszőlegesen kombinálhatóak, így videofelvételek készítése esetén látványos „átúszások” és más mozgási hatások érhetőek el.

A távirányító frontoldalán elhelyezett két kapcsoló segítségével állíthatók be a repülés és az irányítás üzemmódjai. Az IOC kapcsoló segítségével lehet beállítani, hogy a gázkar előre történő mozgásával a drón a saját elejének irányába haladjon (amerre a kamera lát), vagy az operátor felé. Légi fényképezés esetén az első megoldás választása a célszerű. Az üzemmód kapcsolóval választható ki, hogy az operátor GPS alapú biztonságos, vagy a manuális, nagyobb vezetési gyakorlatot igénylő irányítást választja, illetve ennek segítségével aktiválhatja a hazatérés funkciót is.

GPS alapú vezérlés használatát megelőzően el kell végezni a drón fedélzeti giroszkópjának kalibrálását.<sup>26</sup> GPS alapú vezérlés akkor használható megbízhatóan, ha a modul legalább 6 helymeghatározó műhold jelét veszi stabilan. Nyílt terepen, illetve magaslatokon akár több mint 10 műhold egyidejű vételének feltételei is teljesülnek, így az ilyen terepen történő alkalmazás nagy biztonságot nyújt. Ilyenkor a vezérlőkarok nyugalmi állapota esetén (középállás) a drón egy helyben lebeg. Városi környezetben is célszerű ennek az üzemmódnak a használata azzal a megkötéssel, hogy nagyobb figyelmet kell fordítani a műholdjelek meglétére, mert az épületek takarása korlátozza a műholdakra történő közvetlen rálátást. Főleg épületek közvetlen környezetében történő mozgás esetén fordulhat elő, hogy a drón repülés közben hirtelen elveszti egy, esetleg több műhold jelét, illetve újabbak által sugárzott jelek is felbukkanhatnak a műholdak pillanatnyi helyzete és az épület árnyékolásának együttes hatására. Tekintettel arra, hogy a modul a pozíció meghatározására mindig éppen az általa vett műholdak jelét használja (hozzájuk képest tájékozódik), és a helymeghatározás pontossága nagyban függ a látható műholdak számától és azok horizonthoz képesti pozíciójától, előfordulhat, hogy a számított koordináta értékek egyik pillanatról a másikra megváltoznak. Ezt a drón a tartandó pozíciótól való eltérésként érzékeli, amit megpróbál azonnal korrigálni, aminek eredményeként

---

<sup>25</sup>Intelligent Orientation Control

<sup>26</sup>[http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_2/en/PHANTOM2\\_User\\_Manual\\_v1.4\\_en.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_2/en/PHANTOM2_User_Manual_v1.4_en.pdf)  
Letöltve: 2015.10.10.

valamilyen irányba hirtelen kitér. Ha a kezelő ezt nem veszi észre időben, és/vagy nem marad ideje korrigálni, ütközés következhet be, ami az eszköz sérülését okozhatja. Épületek esetében az ütközés káros következményeit csökkentheti a propellervédők használata, de fák közelében ez sem kínál biztonságos megoldást. (A propellervédők kismértékben növelik az eszköz fogyasztását és zaját is, ugyanakkor sok esetben valódi védelmet jelentenek a légszavak számára.)

A manuális vezérlés az operátor részéről folyamatos korrekciót igényel, így légi felvételek készítése esetén kisebb figyelmet tud fordítani a téma, illetve a megfelelő nézőpont kiválasztására, nem is beszélve arról, hogy az így készített fotók minősége a fényviszonyoktól függő mértékben gyengébb lesz a folyamatos mozgás miatt. A videofelvételen is érződni fog az eszköz rendezetlenebb, „ideges” mozgása. Összességében a megfelelő kompozíció kialakítását ez az üzemmód nem támogatja. Egyedüli alkalmazási lehetőségként a GPS műholdak jelétől elzárt helyen történő beltéri repülés jelentkezhethet, de az ilyen felvételek készítésére, egyszerűbb, olcsóbb és biztonságosabb megoldások is léteznek. (A Phantom 3-as széria beépített ultrahangos és optikai magasságérzékelőkkel van felszerelve, ami megkönnyíti a beltéri repülést.<sup>27)</sup>)

A hazatérés üzemmód használatának feltétele a GPS alapján történő tájékozódás. Ez az üzemmód kapcsolóval aktiválható funkció, illetve gyári beállítások használata esetén ez az üzemmód aktiválódik akkor, ha a drón elveszti a vezérlőjelet a túl nagy távolság, a távirányító kikapcsolása, vagy elemeinek lemerülése, a kommunikációs rendszerben fellépő meghibásodás, vagy a rádiócsatornában fellépő zavar miatt. Ekkor az eszköz „robotpilótára” kapcsol, automatikusan az előre beállított biztonsági magasságra emelkedik (vagy süllyed), hogy visszatérés közben elkerülje az akadályokat. Ebből a pozícióból a legrövidebb úton, állandó sebességgel visszatér a felszállás koordinátájára, majd lassú ereszkedéssel végrehajtja a landolást. Tehát ez is egy nagyon fontos biztonsági funkció.

Magának a repülőszerkezetnek a tulajdonságait és a repülés tapasztalatait figyelembe véve megállapítható, hogy az eszköz a felhasználóbarát kialakítás és vezérlés miatt optimális választás légi fényképezés, illetve terepkutatás céljára.

A drón fedélzetére egy Zenmuse H3-3D háromtengelyes kamerastabilizáló (gimbal) segítségével került felfüggesztésre a GoPro HD Hero3+ Black Edition akciókamerája. Ez mind

---

<sup>27</sup>[http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_3/en/Phantom\\_3\\_Professional\\_User\\_Manual\\_v1.4\\_en\\_0915.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_3/en/Phantom_3_Professional_User_Manual_v1.4_en_0915.pdf)  
Letöltve: 2015.10.10.

a három síkban elvégzi a kamera stabilizálását (pozicionálását) a géptest mozgásától függetlenül, így biztosítva a rezzenéstelen videofelvételek és éles képek készítésének mechanikai feltételeit. A stabilizátor az operátor által vízszintes síkban történő elforgatást nem teszi lehetővé, így a kamera együtt fordul a gép függőleges tengelyével. Ugyanakkor a távirányító hátulján kialakított kar segítségével a függőleges síkban a döntés mértéke  $0^\circ$  és  $90^\circ$  között repülés közben is szabályozható, így mindig az aktuális repülési magassághoz, illetve a választott témához igazítható az optika orientációja.  $90^\circ$ -os dőlés esetén a lencse tengelye merőleges a földfelszínre, ami lehetőséget biztosít ortofotók készítésére is. (Az oldalirányú elfordulást egyébként gátolnák a gép leszállító talpai.)

Annak érdekében, hogy az operátor, illetve a felmérést végző személy élőképet kapjon a kamerán keresztül, a drón fedélzetére egy nyolccsatornás, 5,8 GHz-es analóg videojel lesugárzó (downlink) is felhelyezésre került, ami nyílt terepen, zavarmentes környezetben 800 m-es távolsáig, VGA minőségű képet továbbít a földi vevőegység számára. A biztonság növelése és az irányítás megkönnyítése érdekében egy i OSD mini modul is helyet kapott a fedélzeten, ami a lesugárzón keresztül a videojelre ültetve továbbítja a rendszer pillanatnyi állapotát (akkumulátor töltöttség, vezérlő mód, érzékelt műholdak száma) és legfontosabb repülési paramétereit (pl. horizontvonal, vízszintes és függőleges repülési sebesség, magasság, távolság, irány, dőlésszög) az operátor monitorjára.

A légi fényképezés és a levegőből történő terepkutatás lelke maga a kamera, ami esetünkben az akciókamerák piacán az egyik legjobb paraméterekkel rendelkező eszköz. Természetesen a digitális fényképezőgépek által nyújtott képminőséget fizikai méretének korlátai miatt (kis érzékelő lapka, kis optika), meg sem tudja közelíteni, de így is látványos felvételek készíthetők segítségével. A drón méreteiből adódóan nincs is lehetőség nagyobb méretű fényképezőgép elhelyezésére. A nagyobb méretű és tudású fényképezőgép nagyobb multicoptert (6-8 rotoros) igényelne, ami jelentős többletköltséget eredményezne, ugyanakkor a repülési idő csökkenésével is járna. A GoPro HD Hero3+ magán hordozza az akciókamerák minden ismervét, azaz kicsi, könnyű, a fogyasztás minimalizálása érdekében nem tartalmaz LCD kijelzőt (külön felszerelhető rá). Ugyanakkor beépített 2,4 GHz-es WiFi-vel rendelkezik, amelynek segítségével egyrészt saját távirányítójával, másrészt okos telefonra, illetve táblagépre telepített applikáció segítségével távolról is vezérelhető. Ez utóbbi megoldás esetén a kamera képe megjelenik a távirányításra használt eszköz kijelzőjén. A drón fedélzetén történő alkalmazás esetén a távirányítási funkciót repülésbiztonsági szempontból nem használjuk annak érdekében, hogy elkerüljük az esetleges káros interferenciákat (a kamera ugyanazt a



sávot veszi igénybe, amit a drón távirányítására is használunk). Ebből kifolyólag még a földön be kell állítani a kamerán a választott üzemmódot, illetve az ahhoz tartozó paramétereket. A felvételt még a felszállás előtt manuálisan el kell indítani, majd leszállás után leállítani.

A rögzített kép paramétereire vonatkozó beállítási lehetőségek igen korlátozottak, meg sem közelítik a más digitális fényképezőgép kategóriáknál megszokottakat. Funkciók tekintetében ugyanakkor a gép jól alkalmazkodik a speciális körülmények közötti használat elvárásaihoz. Három fő funkciója a fotó, videó, illetve sorozatfelvétel készítés. Tekintettel a távvezérlés hiányára, jól alkalmazható a time-lapse szolgáltatás, melynek segítségével 0,5 és 60 másodperc között beállítható a fényképkészítés gyakorisága. A fotók minőségének értékelésénél figyelembe kell venni, hogy ez valójában nem egy fényképezőgép, hanem kamera, és sem érzékelő lapkája, sem optikája nem teszi lehetővé professzionális képek készítését. Optimális fényviszonyok mellett jó minőségű fotókat is lehet vele készíteni, de szürkületben már nagy az elmosódás veszélye. A kép felbontása 5, 7, illetve 12 megapixeles lehet ultra széles (ultra wide) és közepes (medium) látószög mellett. Videofelvétel esetén a felbontás, a rögzítési sebesség és a látószög beállítását lehet elvégezni, ugyanakkor ezeknek csak meghatározott kombinációja használható. Ökölszabályként elmondható, minél nagyobb a felbontás, illetve a látószög, annál kisebb lesz a rögzítési sebesség. Full HD felbontás mellett a sebesség legfeljebb 25 képkocka/másodperc lehet.<sup>28</sup> A kamera kompakt kivitele és kis méretei ellenére beépítésre került egy kép-stabilizátor, ami a kamera-stabilizátorral együtt jelentősen hozzájárul a készített felvételek minőségének javításához. Légi fényképezés esetén a leghasznosabb funkciónak a párhuzamos videofelvétel- és fényképkészítés bizonyult. Ez leszűkíti ugyan a többi paraméter beállításának tartományát, de alkalmazásával lehetővé válik fényképezés közben is a kamera képének operátor monitorjára történő valósídejű lesugárzása. Kizárólag fénykép készítése esetén ugyanis a kamera képe nem kerül lesugárzásra így a felvételek „megkomponálására” egyáltalán nincs lehetőség. A kamerának van még néhány további funkciója is, de azok az általunk végzett légi fényképezési és terepkutatási feladatok szempontjából nem relevánsak.

#### *Alkalmazási tapasztalatok, következtetések, ajánlások*

Az általunk használt drón a fedélzetén elhelyezett kiegészítő berendezésekkel nagy segítséget nyújt a terepkutatások során. Segíthet például a feltételezhető lelőhelyek felkutatásában, pontos lokalizálásában. A fedélzetről készült felvételeken szakértő szemek

---

<sup>28</sup>[http://cbcdn2.gp-static.com/uploads/product\\_manual/file/50/HERO3\\_UM\\_Black\\_ENG\\_REVD\\_WEB.pdf](http://cbcdn2.gp-static.com/uploads/product_manual/file/50/HERO3_UM_Black_ENG_REVD_WEB.pdf)  
Letöltve: 2015.10.10.

számára láthatóvá válnak azok a földfelszíni „rendellenességek”, vagy „szabályosságok”, amelyek emberi tevékenységre utalhatnak és a földről egyáltalán nem, vagy csak hosszas megfigyelést követően észlelhetőek, mert a természet erői által végzett erózió, vagy későbbi korok emberi tevékenysége (pl. mezőgazdasági művelés) fedte el azokat. Másik fontos alkalmazási terület lehet a kutatási/ásatási területek dokumentálása, illetve történelmi helyszínekről látványos videofelvételek készítése dokumentumfilmekhez, illetve csaták animációs rekonstrukciójához.

A drón alkalmazásának előnyei:

- A vizsgálatokat többféle magasságból, és irányból el lehet végezni, így az adott kutatási terület körbepérése során készített felvételeken olyan részletek is felfedezhetővé válnak, amelyek a terep sajátosságaiból, vagy az aktuális fényviszonyoktól függően csak bizonyos szögek alatt válnak láthatóvá.
- A drón üzemeltetése gazdaságos, repülésre való felkészítése rövid időt vesz igénybe, így akár az időjárási körülmények változására reagálva, rövid időn belül bevethető, illetve rövid idő alatt leszállítható.
- Az egy faladat során a levegőben tölthető időt technikailag csak a rendelkezésre álló töltött akkumulátorok száma határozza meg (pl. 4 akkumulátorral 50-60 percnyi nyersanyag készíthető).
- A rendelkezésre álló nyersanyagból digitális utómunkálatokkal többlet információ is kinyerhető.
- A kamera képének valós idejű lesugárzása és monitoron történő megjelenítése lehetővé teszi, hogy az azon megjelenő információk alapján a kutatást végzők a gép leszállítása nélkül módosítani tudják a nézőpontot.
- A lesugárzott jel tetszőleges számú vevővel dekódolható és megjeleníthető, így lehetőség van például arra, hogy míg az operátor egy kontroll monitoron követi a drón állapotát, a kutatásvezető egy videó szemüvegen keresztül figyeli a kamera képét, és ez alapján instruálja az operátort, miközben a szakértő csoport egy kivetítő segítségével értékeli a látottakat.
- Olyan helyszínek is megközelíthetőek, amelyek semmilyen más járművel, vagy eszközzel és gyalogosan sem.
- Egy táblagépre telepített applikáció segítségével lehetőség van tetszőleges útvonal programozott repülésére úgy, hogy az útvonal bármely két pontja között a repülési paramétereket (sebesség, magasság orientáció, várakozási idő) a felhasználó tetszőlegesen

állíthatja be. Ezt az útvonalat később akárhányszor és akármikor meg lehet ismételni, így ugyanazon kutatási területen le lehet követni például egy feltárási, vagy rekonstrukciós munka fázisait, vagy hosszabb távon meg lehet figyelni a természet erőinek, vagy az emberi tevékenységnek a hatásait. A különböző napszakban (napállásnál), megismételt repülések során szerzett fényképhalmazon, az egyes domborzati egyenetlenségek által vetett árnyékok elemzésével a kutatók teljesebb képet alkothatnak például a föld alatt meghúzódó romokról, vagy halomsírokról.

A drón alkalmazásának problémái és megoldási lehetőségei:

- A drón egyik legkritikusabb pontja az akkumulátor kapacitása, illetve az általa meghatározott repülési idő, ami nagyban függ a szerkezetet érő terhelésétől (vezetés dinamikája, szélerősség, a fedélzetre pakolt plusz eszközök súlya és fogyasztása). Amennyiben az akkumulátor kapacitása 30% alá csökken, az operátornak már csak 1-2 perce marad a leszállásra. A kapacitás leolvasható a kontroll monitorról, illetve a gép jelzi a kritikus töltöttséget a karok alján elhelyezett jelzőfényekkel. Ha a leszállási manőver nem fejeződik be az akkumulátor lemerüléséig, az eszköz lezuhan. Ezért a repüléseket a rendelkezésre álló információk alapján mindig gondosan meg kell tervezni előre (vizsgált terület nagysága, maximális távolság és magasság, utazósebesség), és mindig kell elegendő tartalékot hagyni a landolásra. Amennyiben a terület nagysága azt megköveteli, a teljes feltérképezést több felszállással (akkumulátor cserével kell végrehajtani). Mivel az akkumulátor kapacitása nem lineárisan (hanem egyre gyorsulva) csökken, nem célszerű egy nem teljesen feltöltött, vagy korábban már használat során merült akkumulátorral felszállni (ez a művelet fogyasztja a legtöbbet), mert kétséges, hogy a feladat eredményesen végrehajtható lesz-e vele. A másik probléma az akkumulátorok igénybevételenek magas számával (sok töltési ciklus) függ össze. Minél régebb óta és minél aktívabban használunk egy áramforrást, annál nagyobb lesz a cella meghibásodás (zárlat) valószínűsége. Ezt az integrált állapotjelző és a lesugárzott adatok sem mutatják ki, így a jelenség csak terhelés alatt, azaz felszállás után jelentkezik. A zárlat következtében a telepfeszültség hirtelen lecsökken, amit a gép figyelmeztető villogással jelez és a kijelzőn is egyértelműen megfigyelhető. Ha az operátor nem reagál a jelenségre időben – mert például csak a töltöttségi szintet nézi – és nem teszi le a gépet, az nagy valószínűséggel lezuhan. Ennek megelőzése csak az összes paraméter folyamatos nyomon követésével lehetséges.
- A legkritikusabb manőver a leszállás, melynek során sok mindenre kell odafigyelni, mint például a leszállás környezetünkben található személyekre, kritikus tereptárgyakra,

vezetékekre, fákra, légáramlatokra. Az ember térlátása bizonyos távolság után megszűnik, azaz néhány tíz méterre már nem tudja meghatározni a drón tereptárgyakhoz viszonyított helyzetét. Ezen némiképp segíthet a lesugárzott kamerakép, de mivel az az eszköz környezetének csak szűk szegmensét mutatja meg, így fennáll az ütközés veszélye. (A balesetek jelentős része ilyen manőverek közben fordul elő.) Ennek kockázata akár több óvintézkedés külön-külön, vagy együtt történő alkalmazásával is csökkenthető. Az első, hogy lehetőleg minél nyíltabb, akadályoktól mentes terepen (tér, tisztás) hajtsuk végre a fel- és leszállást. Ez a felszállásnál azért fontos, mert ha a gép kapcsolata a vezetőjével megszakad, és az automata hazatérés funkcióra kapcsol, akkor a felszállás helyére fog visszatérni. Tapasztalataink alapján ezt nyílt terepen is csak közelítő pontossággal (5 m) tudja megtenni, így ha a felszállási hely közelében épület, fa vagy más tereptárgy van, megnő az ütközés kockázata. A második óvintézkedés, hogy a fel- és leszállást egyaránt az operátor közvetlen közelében végezzük, ahol még biztosítottak a térlátás feltételei. A harmadik pedig, hogy a fel és leszállás során vegyük igénybe mások segítségét, és ezt a két mozzanatot kézből, illetve kézbe végezzük. Ennek más szempontból is nagy jelentősége van. A gép a rotorok fordulatszámának csökkenésével végzi az ereszkedést, és ha a szabályozó körben anomália lép fel (főleg alacsony akkumulátor töltöttség esetén), a süllyedés üteme jelentősen felgyorsulhat. Ha ez elég magasan történik, az operátornak még lehet ideje, hogy gázadással kihozza ebből az állapotból a gépet. Ha ez a felszínhez közelebb történik, akkor már csak az menti meg az eszközt a becsapódástól, ha valaki elkapja. Mivel a gyorsan forgó légcsavarok miatt ez veszélyes feladat, védőkesztyű és esetleg védőszemüveg alkalmazása is indokolt lehet. Főleg a nagy magasságból történő ereszkedés során még valamire biztosan oda kell figyelni. Ez pedig az, hogy a gázkar alsó pozícióban történő folyamatos tartása, a rotorok lekapcsolására utasítja a gépet. Ennek elkerülésére a leszállást fokozatosan, alacsony ereszkedési sebesség mellett, és kismértékű vízszintes irányú kitérítésekkel kell végezni.

- Az eszköz alkalmazásának egyik legnagyobb korlátja az időjárás. Sem ködben, sem más csapadék ideje alatt nem lehet vele repülni a repülésbiztonság, és az eszköz épségének kockáztatása nélkül. A legnagyobb veszélyt ugyanakkor a szél, illetve a hirtelen légáramlás változások jelentik. Bár elméletileg 10 m/s-os szélben is lehet vele repülni, nem szabad kockáztatni. Ha mégis végre kell hajtani a feladatot, arra kell figyelni, hogy bár a szél irányába történő mozgás sokkal gyorsabb lehet, mint szélcsendes időben, de az így távolodó gép megállítása is sokkal nehezebbé válik, a visszatérés pedig sok esetben lehetetlen, mivel a széllal szembeni repülés gyorsan meríti az akkumulátort. Ilyen esetben

az eszközt hagyni kell egyhelyben állni (ilyenkor is nő a fogyasztás, hiszen ellen kell tartani a szélnek), és a lehető leggyorsabban alámenni miközben megkezdjük az ereszkedést. Szélben a leszállás is sokkal több kockázatot rejt, ami elsősorban épületek környezetében jelentkezik. A szél útjában álló épületek ugyanis kiszámíthatatlan irányú és erősségű légáramlás komponenseket keltenek, amelyekbe bekerülve a drón hirtelen irányt válthat. Ha sem a robotpilótának, sem az operátornak nincs elég ideje erre reagálni, megnő az ütközés veszélye. A kockázatot tovább növeli a GPS műholdak jelének elvesztésével járó „félretájékozódás” is.

- A fenti, főleg biztonsági kockázatok mellett, az alkalmazhatóságot alapvetően a kamera tulajdonságai határozzák meg. A fedélzeten rendelkezésre álló korlátozott hely, és a drón terhelhetősége miatt, jobb képminőséget biztosító fényképezőgépet nem lehet felszerelni, így az akciókamerák által szolgáltatott nyersanyagból kell dolgozni. Az érzékelő lapka és az optika kis mérete alapvetően korlátozza az elkészülő felvételek minőségét. Minél kisebb a lapka, a kép annál zajosabb lesz, és élessége romlik. Ezek a problémák fokozottan jelentkeznek gyengébb fényviszonyok mellett. A képstabilizátor javít ugyan a helyzeten, de az alapproblémát nem szünteti meg. Az optikának (lencseátmérő) a látószöghöz képesti mérete nagyban befolyásolja, hogy geometriailag mennyire lesz helyes (alakhű) az érzékelő lapka felületére vetített kép. Akció-kamerák esetében ez az arány nagyon gyenge, ennek köszönhetően a kép arányai a szélek felé egyre nagyobb mértékben torzulnak, ezt hívják halszem (fish-eye) torzításnak. Az ilyen módon torzított képek nem, vagy csak korlátozottan alkalmasak ortofotónak, mert nem helyezhetők rá mérethelyesen a térképekre. A torzítás mértéke utólagos digitális feldolgozással (képszerkesztők) csökkenthető.

### *Összegzés*

A hadirégészet hazai alkalmazása az utóbbi néhány évben teret nyert. Bebizonyosodott, hogy ezek a módszerek alkalmasak a csata- és hadszínterek kutatására, a leleteken keresztül az események utólagos rekonstruálására. A Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi Kutatóműhely részeként működő kutatócsoport évtizedes munkával elérte, hogy a módszert mára elfogadta a szakma.

### *Felhasznált irodalom:*

1. Négyesi Lajos: Csata néma tanúi. A csata- és hadszíntérkutatás – hadtörténeti régészet fogalma és módszerei. HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, 2010.

2. Rich Green: Metal Detection Reconnaissance. [www.har-indy.com/Methods.html](http://www.har-indy.com/Methods.html)
3. [www.metaldetectors.de/uk/products\\_deepmax\\_x6.htm](http://www.metaldetectors.de/uk/products_deepmax_x6.htm)
4. [www.metaldetector.hu/orion.html](http://www.metaldetector.hu/orion.html)
5. [www.garrett.com/hobbysite/hbby\\_gti2500\\_key\\_features.aspx](http://www.garrett.com/hobbysite/hbby_gti2500_key_features.aspx)
6. [www.gemsys.ca/prod\\_overhauser.htm](http://www.gemsys.ca/prod_overhauser.htm)
7. [http://profigep.com/stihl-gepek/stihl-godorfuro\\_ultetofuro/](http://profigep.com/stihl-gepek/stihl-godorfuro_ultetofuro/)
8. Pascal Druyts, YannYvinec, Marc Acheroy: A Framework To Relate Soil Properties To Soil Classes Based On Performance Of Metal Detectors And Dual Sensors.  
<http://www.sic.rma.ac.be/~pdruyts/publi/ChapterSoilClasses.pdf>
9. [http://www.metaldetectingworld.com/bench\\_air\\_test\\_metal\\_detector.shtml](http://www.metaldetectingworld.com/bench_air_test_metal_detector.shtml)
10. Sergei Upstateny – How to Air Test (Bench Test) Various Non-Ferrous and Ferrous Targets [www.metaldetectingworld.com/bench\\_air\\_test\\_metal\\_detector.shtml](http://www.metaldetectingworld.com/bench_air_test_metal_detector.shtml)
11. [www.metaldetectingworld.com/test\\_garden.shtml](http://www.metaldetectingworld.com/test_garden.shtml)
12. [www.whiteselectronics.com/media/downloadable/files/samples/t/d/tdi\\_pro\\_manual.pdf](http://www.whiteselectronics.com/media/downloadable/files/samples/t/d/tdi_pro_manual.pdf)
13. <https://hu.wikipedia.org/wiki/LIDAR>
14. [www.legifoto.com/magyar/oldalok/legi\\_fenykepezes\\_alapjai](http://www.legifoto.com/magyar/oldalok/legi_fenykepezes_alapjai)
15. [www.oktel.hu/szolgalatas/kamerarendszer/kamerak/ccd-es-cmos-erzekelok](http://www.oktel.hu/szolgalatas/kamerarendszer/kamerak/ccd-es-cmos-erzekelok)
16. [http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_2/en/PHANTOM2\\_User\\_Manual\\_v1.4\\_en.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_2/en/PHANTOM2_User_Manual_v1.4_en.pdf)
17. [http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom\\_3/en/Phantom\\_3\\_Professional\\_User\\_Manual\\_v1.4\\_en\\_0915.pdf](http://download.dji-innovations.com/downloads/phantom_3/en/Phantom_3_Professional_User_Manual_v1.4_en_0915.pdf) [http://cbcdn2.gstatic.com/uploads/product\\_manual/file/50/HERO3\\_UM\\_Black\\_ENG\\_REVD\\_WEB.pdf](http://cbcdn2.gstatic.com/uploads/product_manual/file/50/HERO3_UM_Black_ENG_REVD_WEB.pdf)

### ***Tamás Attila: Kiképzés-felkészítés virtuális (szimulációs)környezetben<sup>1</sup>***

A dolgozatban bemutatom, hogy az MH-ban milyen szimulációs rendszerek, szimulátorok találhatók. Rövid történeti áttekintést adok a mai szimulátorok elődjéről, változatairól. Vázlatosan ismertetem, melyik szimulátor mire képes, mire használható. A dolgozat terjedelmi megkötöttségei miatt valamennyit nem tudom részletesen bemutatni, ezért csak egyet, a legújabbat emelem ki. Ebben részletesebben ismertetem a Kronos szimulátor felépítését, funkcióit és a szolgáltatásait. Ezután a szimulátorok terepi összetevőire fókuszálok. Bemutatom, melyik, milyen térképadatbázist használ, milyenek a megjelenítés jellemzői. Végül – az elmúlt három év tapasztalatai alapján - ismertetem, hogyan alkalmazza a csapat a katonák kiképzésében. A dolgozatot javaslattal zárom. Ebben leírom, a katonai vezetői szak mely területein lenne lehetőség a szimulátor alkalmazására, várhatóan milyen hatása lenne a felkészítésben<sup>2</sup>.

#### *Szimulátorok a Magyar Honvédségben*

##### *Rövid történeti áttekintés*

A Magyar Honvédségben (akkor még Magyar Néphadsereg) a múlt század nyolcvanas éveinek második felében jelentek meg a szimulátorok. Ezek egy-egy részterületen való gyakorlást biztosították. Például páncéltörő rakétával, harckocsival való lövészet. Ennek oka elsősorban a számítástechnika akkori színvonala volt. A mai viszonyokhoz képest lényegesen kisebb kapacitású és sebességű számítógépek voltak, annak ellenére, hogy sokszor nem a kereskedelmi forgalomban lévő (köznapi) számítógépek voltak a rendszerben, hanem azoktól lényegesen nagyobb teljesítményűek. Például a Baglyas szimulátor (1993) SiliconGraphics gépeken futott, amelyeknek a beszerzési ára darabonként 1 Mft. volt. A mostani terep- és eszközmegjelenítéshez képest a grafikája mégis nagyon primitív, egyszerű, sematikus volt. Nagy súllyal esett latba még az is, hogy hiányzott a tapasztalat az ilyen programok készítésében és alkalmazásában. A felhasználók nem tudták megfogalmazni az elvárásaikat, mert nem ismerték a számítástechnika kínálta lehetőségeket. Hiányoztak azok a tapasztalatok, amelyeket a gyakorlás folyamán adódtak, és amelyek ösztönöztek a még újabb megoldások kidolgozására, a követelmények növelésére.

---

<sup>1</sup>„Kiképzés-felkészítés virtuális (szimulációs) környezetben” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Csengeri János: A légierő specifikus vezetői kompetenciái, kialakításuk lehetséges metodikái, fejlesztésének javasolt módszerei a vezetői képzésben. In: Krajnc Zoltán (szerk.): A katonai vezetői-parancsnoki (harcászati vezetői) kompetenciák fejlesztésének lehetséges stratégiája. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2014. pp. 83-94. ISBN:978-615-5305-67-2

Mai szemmel nézve tehát ezek a szimulátorok még elég kezdetlegesek, egyszerűek, a megjelenítések sematikusak, az elérhető funkciók szűkösek voltak. Ennek ellenére óriási lépésnek számított, hiszen már azok is olyan lehetőségeket nyújtottak, amelyek a gyakorlótereken nem voltak biztosítva. Változatos szervezeti struktúrával, harc eljárásokkal lehetett az állományt gyakoroltatni. A gyakorlás szinte semmibe nem került, ténylegesen nem használtak üzemanyagot, lőszert. A rendelkezésre álló idő függvényében korlátlanul lehetett a gyakorlást megismételni. A gyakorlás felfüggeszthető volt, amely lehetővé tette az elemzést, értékelést. Az elmentett gyakorlás visszajátszható volt, amely szintén lehetőséget adott az alapos értékeléshez, elemzéshez. Melyek voltak ezek a szimulátorok?

#### *Harcvezetői szimulátor (HVSZ90, HVSZ91, HVSZ96)*

Az összefegyvernemi harc vezetésének, irányításának gyakorlására szolgáló szimulátor készlet. A csapatok tevékenységét kétdimenziós térképfelületen, valós idejű megjelenítéssel követhették a felhasználók. A kiadott parancsok hatása azonnal megjelent a képernyőn, láthatóvá vált azok következménye. A rendszer rendelkezett mindazokkal a funkciókkal, amelyeket az előző bekezdésben ismertettem. A Kossuth Lajos Katonai Főiskolán éveken keresztül alkalmazták a hallgatók harcvezetői felkészítésében. Alkalmazták a csapatoknál is Tatán, Debrecenben stb.

#### *IPR89 (KLSZ91, KLSZ95)*

A páncéltörő rakétákkal való lövészet gyakorlására szolgáló szimulátorok. Gyakorolni lehetett a Magyar Honvédségben rendszeresített eszközökkel – Maljutka, Fagot, Metisz – való lövészet előkészítését, végrehajtását. A szimulátor élethű fegyver- és kabinetreplikával rendelkezett, ahol a gyakorló személynek végre kellett hajtania mindazokat a fogásokat, amelyeket a valós eszközön is el kellett végezni. A rendszer lehetővé tette különböző meteorológiai viszonyok beállítását, amelyek azután hatással voltak a rakéta repülésére. A lövészet után a végrehajtás visszajátszható volt, a röppálya kirajzolásával elemezhető, értékelhető volt a gyakorlás. A szimulátor értékelő funkcióval is rendelkezett.

#### *Baglyas harc- és tűzvezetői szimulátor (v1-1993, v2-2001, v3-2005)*

A szimulátor a megosztott irányzású tüzérségi tűz gyakorlására szolgál. A kiépítés tüzérosztály gyakoroltatását teszi lehetővé. A rendszerben figyelő és tüzelőállás típusú munkahelyek vannak. Az előbbi szolgál a célterület megfigyelésére, a célok felderítésére, a saját tűz megfigyelésére, helyesbítés meghatározására, a tűz hatásának értékelésére. A másik,



tűzelőállítás típusú munkahelyen lehet a tűz kiváltásához szükséges lövelemeket beírni, valamint egyéb – a tűzhöz kapcsolódó – beállításokat végrehajtani. A v1 verzió még teljesen önálló szimulátorként üzemelt. A v2 és v3 verziók azonban már a HVSZ utódjára, a Marcus szimulációs rendszerre épültek. Ezzel biztosítva lett az összefegyvernemi háttér, valamint a harcvezetői szimulátorral való összekapcsolás lehetősége.

#### *Marcus, Mars harcvezetői szimulátorok (2000)*

A MARCUS/MARS hadműveleti- harcászati számítógépes szimulátor, elsősorban parancsnoki és törzsvezetési gyakorlatok, gyakorlások szimulációs támogatására szolgál.

Támogatja a szárazföldi, légi, rendvédelmi, katasztrófavédelmi tevékenységek irányításának gyakorlását, akár egymástól függetlenül, akár együttesen is.

A gyakorlatok, gyakorlások végrehajtása során a szimuláció helyettesíti a valós végrehajtáshoz szükséges résztvevő felek személyi állományát, technikai eszközeit és anyagi készleteit.

A HVSZ-nek továbbfejlesztett változatai. A törzsek harcvezetői tevékenységének gyakorlását biztosították, illetve biztosítják. A két rendszer annyiban különbözött egymástól, hogy a Mars rendszeren, a kisebb működési terület (100x100 km) miatt csak zászlóalj szintű gyakorlásokat lehetett végezni. Ezt a korlátozást az indokolta, hogy így elég volt kisebb teljesítményű és kevesebb számú (10 db) számítógépeket beszerezni és telepíteni. Mivel ez a rendszer minden dandárnál és intézménynél telepítve lett, ez nagy megtakarítást jelentett. A Marcus rendszer, amely Várpalotán lett telepítve, 45 munkahellyel, számítógéppel, előbb dandár, majd folyamatos fejlesztéssel hadosztály, hadtest szintű törzsgyakorlásokat szolgált. A fejlesztések folyamán bővültek a funkciók, az elérhető gyakorlási területek. Elkészültek a légierő modul, a vegyivédelmi, műszaki, felderítő és a városharc modulok is. Ugyancsak elkészültek a válságkezelői, bővített logisztikai, katonai rendészeti, katasztrófavédelmi és haditengerészeti egységek, amelyek további gyakorlási lehetőségeket biztosítottak. A legutóbbi v11 verziónál megszűnt a Mars szimuláció, mint külön rendszer. A számítógépek teljesítményének növekedése lehetővé tette, hogy minden volt Mars szimulátoron a Marcus program fusson.

#### *Tűzfeladat gyakorló berendezés (TFGYB 2003)*

Ez egy tűzér lökiképzési program volt, amellyel egyénileg lehetett gyakorolni a lövelemszámítást és a hozzá kapcsolódó egyéb (pl. kiszámított javítások meghatározása) számításokat. A program CD-re lett írva, és bármely, (akkor) közepes teljesítményű

számítógépen futott. Így akár szabadidőben, otthon is biztosította a gyakorlási lehetőséget. Még ma is rendelkezésre áll, de ma már nem nagyon használják.

### *Művelettervező rendszer (MTR 2003)*

„A Katonai Műveleti Tervező Rendszer egy katonai tervezést és végrehajtást támogató számítógépes szakértői rendszer. Lehetővé teszi a katonai tervezés teljes folyamatának számítógépes végrehajtását (azaz megszünteti a papíron végzett munkát), valamint a tervek alapján a műveleti folyamatok vezetése során hatékony segítséget ad a katonai vezetésnek. Mivel informatikai rendszer, széleskörű döntést támogató szakértői funkciókkal rendelkezik. Alkalmazható a katonai tervezés oktatásában is.”<sup>3</sup>

### *A Kronos szimulátor*

A 2006-2007-es években a tatai – akkor még – Műveleti Támogató Zászlóalj parancsnokai felvetették, szükség lenne egy, a D-20 ágyútarack közvetlen irányzását gyakoroltató szimulátorra. A zászlóaljnál lévő többi eszközhöz (T-72 harckocsi, Konkursz, Fagot páncéltörő komplexumok) van gyakorló berendezés, csak ehhez nincs. Igaz a meglévő eszközök már régiek, gyakran meghibásodnak, de mégis van min felkészíteni és begyakoroltatni a kezelői állományt. Összeültünk és megfogalmaztuk, hogy mire lenne szükség. Az Artifex Kft. vezetése felvette a kapcsolatot a MH illetékeseivel, az anyagi finanszírozás ügyében. Közben folyamatosan bővültek a követelmények. Ha már készül új szimulátor, ne csak egy, hanem több tüzesszökre legyen alkalmazható. Ezután kezdődött meg a munka, a program elkészítése, kivitelezése. 2009-re elkészült a program v1-es verziója. Tovább folyt a fejlesztés és 2010-re elkészült a v2 verzió, amely végül telepítve lett Hódmezővásárhelyen, 2010 nyarán. Ebben a verzióban még csak a nagyobb tüzesszökökkel lehetett gyakorolni. Ezek: D-20 ágyútarack, T-72 harckocsi, BTR-80, BTR-80A harcjárművek, Konkursz, Fagot, Metisz páncéltörő komplexumok. Már a v2 verzió telepítése előtt megfogalmazódott a MH részéről, hogy a szimulátoron az egyéni fegyverekkel (gépkarabély, géppuska stb.) is lehessen gyakorolni. Ezért tovább folyt a fejlesztés, így készült el a v3 verzió, amely kiegészült az előbb említett eszközökkel. A telepítése 2014ben megtörtént.

### *A szimulátor rendeltetése, felépítése*

A szimulátor a közvetlen irányzású tüzesszökök, kézfegyverek használatára, alkalmazásának oktatására, tevékenységek begyakorlására szolgáló rendszer. Biztosítja a valós

---

<sup>3</sup> Felkészítés szimulációs rendszerek üzemeltetésére. MTR ismertető. Artifex Tréning Kft. 2011. 2. old.

idejű, 3D környezetben való tevékenységet, a terep, a tereptárgyak, a modellezett eszközök, a tevékenység során jelentkező hang- és fényeffektusok valósághű megjelenítése mellett. Lehetőséget biztosít az egyes katona, valamint szakasszintig csoportos gyakorlások levezetésére. A szakassznál magasabb szintű (század, esetleg zászlóalj) gyakorlásnak csak a kiépítettség szab határt. Több számítógép, erősebb szerver beállításával bővíthető a munkahelyek száma, ezáltal nőhet a gyakorló kötelékek szintje is.

A szimulátoron gyakoroltatható tevékenységek:

- Tüzelés kollektív és egyéni fegyverekkel;
- Tüzelés álló és mozgó célokra;
- Tüzelés álló helyzetben és mozgásban;
- Tüzelés gyakorlása éjjel;
- Irányzás gyakorlása;
- Eszközök üzem- és menetkésszé tétele;
- Tájékozódás, célfelderítés;
- A tűz eredményének megfigyelése;
- Járművezetés;
- Munkamegosztás, munkarend kialakítása és begyakorlása raj és szakasz szinten;
- Belső és külső kommunikáció begyakorlása.

Mint látható a lehetőségek szinte teljesen lefedik azokat a tevékenységeket, amelyeket egy harcoló alegységnek a harc előkészítése és végrehajtása során végre kell hajtani. Ugyanilyen széleskörű, változatos és rugalmas, ahogyan a rendszer alkalmazható. Mint a bevezetőben már írtam a szimulátoron egyéni és csoportos gyakorlás is végezhető. A lehetőségek:

Egyéni gyakorlás szerepválasztással<sup>4</sup>: Ennél a gyakorlási formánál a gyakorló maga választja ki, hogy milyen feladatot<sup>5</sup> tölt be, és az abban lévő szerepek közül melyiket akarja

---

<sup>4</sup> A szerep itt konkrét beosztást jelent. Például harckocsi irányzó, deszant katona, járművezető stb.

<sup>5</sup> A feladat egy olyan fájl (gyakran task néven is említik), amely tartalmazza a gyakorlási területet, a résztvevőket, a gyakorlási körülményeket és tervezett tevékenységeket. A feladatot a gyakorlás előtt kell elkészíteni. Az elkészített feladatok menthetők, bármikor betölthetők, módosíthatók.

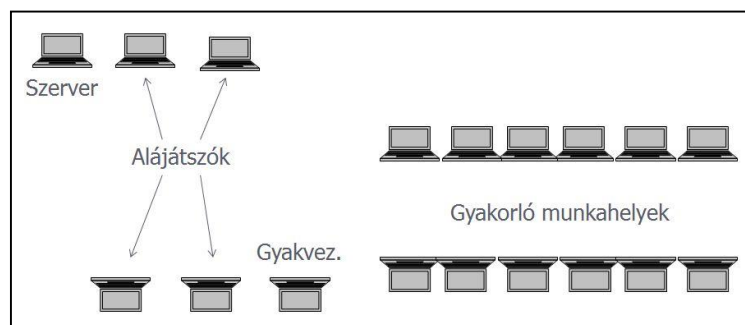
gyakorolni. Ez a formula elsősorban az önálló, nem szervezetszerű gyakorlásoknál alkalmazható.

Egyéni gyakorlás szereposztással: Mint a nevében is benne van, ekkor a foglalkozásvezető osztja ki, határozza meg, hogy ki, mit gyakoroljon. A rendszer rugalmassága biztosítja, hogy akár munkahelyenként más-más feladatot, vagy szerepet lehessen betölteni, gyakorolni.

Kiscsoportos gyakorlás: Kollektív fegyverek személyzetének együttes gyakorlása. A kezelőszemélyzet minden tagja külön munkahelyen, de egy virtuális térben tevékenykedik. Például egy BTR-80 személyzete 3 főből áll: parancsnok, irányzó, vezető. A három fő látja, „érzi” egymás tevékenységét, de a többi munkahelyen tevékenykedő kiscsoportoktól teljesen függetlenek, még ha ugyanazt a feladatot is hajtják végre.

Szakaszszintű gyakorlás: Valamennyi munkahely egy virtuális térben van, a munkahelyeken különböző szerepekben gyakorolnak.

A Magyar Honvédségben jelenleg egy készlet Kronos szimulátor van telepítve Hódmezővásárhelyen. A rendszer egy teremben helyezkedik el, az ábrán látható kiépítésben:



*1. ábra: A szimulátor kiépítése Hódmezővásárhelyen*

A munkahelytípusok:

- Szerver: A program, a feladatok tárolására, a szimuláció futtatására szolgáló számítógép. Ez a szimulátor „lelke”.
- Gyakorlatvezetői munkahely: Erről a gépről történik a gyakorlások vezetése, irányítása. A munkahelyről bármelyik másik gép monitorképe megtekinthető, a gyakorlatvezető beavatkozásokat végezhet. Ezen a gépen lehet a feladatokat készíteni, archiválni, karbantartani.
- Gyakorló munkahelyek: Itt foglalnak helyet a gyakorló személyek, ezeken a számítógépeken végzik a tevékenységüket.
- Alájátszói munkahely: A gyakorláshoz szükséges ellenőrző tevékenységét ezekről a munkahelyekről vezetik.

A program kialakítása olyan, hogy a szerveret kivéve bármelyik munkahely átkonfigurálható más típusú munkahellyé.

A munkahelyeken a számítógéphez nagyméretű – 22"-os – monitor, mikrofonos fejhallgató és multifunkcionális joystick tartozik. Ez utóbbival történik a tevékenységek végrehajtása.

### *Szimulált eszközök*

A szimulátorban szerepelnek gyakorló és cél (alájátszói) eszközök. A gyakorló eszközök kezelői felületei teljes részletességgel ki vannak dolgozva, a kapcsolók, kontrollámpák, műszerek, mind az adott eszköz valós képét mutatják. A gyakorlónak mindazokat a tevékenységeket, fogásokat el kell végezni, amelyeket a valóságban is. Megkapja ugyanazokat a visszajelzéseket, amelyeket az eszköz használata közben érnék. A céleszközök nincsenek ilyen részletesen kidolgozva, egyszerűsített felületek, kezelőszervek biztosítják, hogy a szerepüknek megfelelően imitálják az ellenséget. Azonban ezekkel is lehet mozogni, löni, a külső megjelenésük valósághű.

Gyakorló eszközök:

#### **Harcjárművek**

BTR80

BTR80A

T-72

#### **Tűzér eszközök**

D-20

Konkursz

Fagot

Metisz

BRDM-2

#### **Kézifegyverek**

Accuracy Int AE

AK-47

AK-47M GP-25

Gepárd M1

Glock 18

Heckler&Koch UMP

IED

M4A1

PKM gpu

RPG-7

Kézigránát

#### **Légi eszköz**

UAV

Mint látható valamennyi, a Magyar Honvédségben rendszeresített tűzeszköz szimulálva van, gyakorolni lehet velük.

A céleszközöket nem sorolom fel, mivel azok sora még hosszabb. Számtalan sok harc-, katonai-, civil- és légi jármű szerepel a listán. Természetesen a gyakorlóeszközök is lehetnek céljárművek, eszközök.

A járművek és az eszközök is 3D nézetben jelennek meg. Mozgásuk, tüzelésük a valóságnak megfelelő. A járműveknek 4 megjelenítési formája van: ép állapot kontinentális és sivatagi festéssel, sérült és rombolt állapot. Ez utóbbi két nézet a bekövetkezett állapotromlás függvényében jelenik meg.



Kontinentális



Sivatagi



Sérült



Rombolt

2. ábra: 3D megjelenítések

### *Élőerő*

Vannak személyek is a szimulátorban. Ezek is sokfélék. A magyar egyenruhájú katonától kezdve, az amerikai katonán át, a civil férfi és nő is megtalálható. Mivel missziós felkészítés is lehet a rendszeren, arab öltözetű személyek is beállíthatók.



Magyar katona



Arab férfi

3. ábra: Személyek 3D nézete

A személyek mozgása, testhelyzete is animálva van. A mozgás lehet lépés, futás vagy kúszás. A testhelyzetek lehetnek: állás, fekvés, térdelés. A katonák a fegyvereiket is megfelelő módon tartják a különböző testhelyzetekben, illetve mozgás közben. A fegyver - mint a valóságban - lehet súlyban, vállon, háton vagy célra tartva. A katona lőhet álló, térdelő vagy fekvő helyzetben is. A személyek lehetnek a terepen, de be is szállhatnak a járművekbe. A

járművekből úgy látják a terepet, ahogy a valóságban is. Például a BTR-ben deszantos katonaként csak a prizmán keresztül nézhetnek ki.

### *Szervezetek*

A gyakorláshoz a feladatban létrehozhatók a szükséges alegységek. Létrehozhatók rajok, szakaszok, századok. (A magasabb szint a kiépítettség, a gyakorló helyek száma miatt nem indokolt.) A szervezet strukturálható, feltölthető személyekkel, eszközökkel. A személyeknek adhatók olyan felszerelések, amelyek biztosítják a feladat végrehajtását, illetve amelyekkel a valóságban is el vannak látva.

### *Terepmegjelenítés*

A szimulátor a MH-ban alkalmazott DTA50 adatbázist használja. A különböző tereptárgyak megjelenítéséhez 3D modellek készültek. A terep megjelenítéséhez a program az adatbázisban szereplő adatoknak megfelelően rajzolja ki, jeleníti meg a terepelemeket, tárgyakat. A szimulátor két megjelenítési formát alkalmaz. Minden munkahelytípuson van 3D nézet. Ezen láthatók az adatbázisban szereplő terepelemek, tárgyak és a gyakorló és céleszközök. A másik a térképi megjelenítés. Ez csak a gyakorlatvezető és az alájátszói, vagyis a kétmonitoros munkahelyeken van. A gyakorló helyeken azért nincs, mert ott olyan beosztású katonák ülnek, akiknek a valóságban sincs térképük.

A megjelenítésnek két fajtája lehet: kontinentális és sivatagi. A kontinentális megjelenítésnél az európai, magyarországi stílusúak az épületek, a lakott területek kinézete. A növényzet szintén az itt található fák, bokrok, aljnövényzet, utak, hidak kinézetének megfelelő.



*4. ábra: Kontinentális stílusú tereptárgyak*

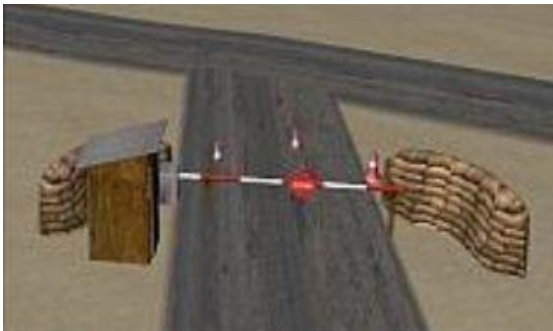
A sivatagi 3D terepnézet teljesen más épületeket, növényzetet tartalmaz. Az épületek az arab stílusnak megfelelőek. Az épületek szerkezete, festése, kinézete, a lakott területek szerkezete mind az észak-afrikai területeken meglévő valós terepre emlékeztetnek. Lombos fák helyett pálmafák, templomok helyett mecsetek jelennek meg.



5. ábra: Sivatagi stílusú tereptárgyak

A program lehetővé teszi, hogy a felhasználók maguk is alakítsák a működési terület tereptárgyait, terepelemeit. Egyrészt módosíthatják a meglévő terepelemeket, például egy erdő körvonalának változtatásával, vagy törölhetnek, létrehozhatnak új elemeket. A kitörölt tereptárgy helyét a program kitölti, nem marad üres terület. A változtatás csak az adott feladatban érvényesül. Az alap adatbázis változatlan marad.

A felhasználó létrehozhat a katonai tevékenység gyakorlásához szükséges, mesterséges tereptárgyakat. Rajzolhatnak tüzelőállásokat, fedezékeket, harckocsi akasztókat, sorompókat stb.



6. ábra: Katonai terepelemek

A természetes és mesterséges terepelemek és tárgyak úgy „viselkednek” a szimulációban, mint a valóságban. Akadályokat képeznek, csökkentik a láthatóságot, védelmet jelentenek. Az emelkedőkön a járművek, emberek nehezebben mozognak. Az utakon a járművek gyorsabban tudnak menni, mint a terepen.

A terep tartalmán kívül a felhasználók beállíthatják a megjelenítés részletességét is. A gyakorlás céljának és a gyakorlók felkészültségének függvényében a foglalkozásvezető választhat egyszerű és részletes megjelenítés között. Természetesen a részletesebb megjelenítés szebb lesz, segíti az álcázást, jobban lehet tájékozódni stb., de ugyanakkor a szimuláció futása némileg lassulhat. A részletesebb megjelenítés valóságosabb, hiszen például egy hordozható páncéltörő rakétával felszerelt katonának nehezebb – mint a valós terepen – az aljnövényzet



miatt megfelelő tüzelőállás helyet kiválasztani. De több akadályt jelent a járművek, és a gyalogosan mozgó személyek számára is.



Egyszerű

Részletes

7. ábra: Grafikai megjelenítés beállítása

### *Látvány, hang- és fényeffektusok*

#### *Látvány*

A terep látványán kívül a program más látványelemekkel is segíti a szimuláció használatát. A gyakorlást az irányzó- és figyelőműszerek száллеmezének megjelenítésével biztosítja. A száллеmezek valóság-hűek, mind a felépítésükben, mind a használatban. Nagyításuk, látószögük, a bennük látható kép megegyezik a valós műszerekével.



BTR vezető



Metisz irányzó

8. ábra: Látvány

A munkafelületen megjelennek a legfontosabb (szükséges) kezelőszervek, amelyek szükségesek az adott beosztásban való tevékenységhez. Ilyenek: a kapcsolók, kontrollámpák, sebességváltó, műszerek stb. A 3D látványban megjelennek a célok, a tevékenységük (mozgás, tüzelés), az állapotuk. Együttes (csoportos) tevékenység esetén láthatók – a terep által biztosított láthatóság függvényében – a csoportban lévő többi résztvevő fél tevékenysége is.

Ugyancsak a látvány élethűségét biztosítja a meteorológiai viszonyok megjelenítése. Az eső a havazás látható, befolyásolja a gyakorló figyelését. A felhőzet, az eső és a havazás – a többi meteorológiai tényezővel együtt – széles skálán állítható. A meteorológiai viszonyok, mint a valóságban, befolyásolják a kilőtt lövedékek, rakéták röppályáját. A nap helyzete,

mozgása megfelel a feladatban beállított dátumnak, melynek láthatóságát a beállított felhőzet befolyásolhatja. Ugyanez igaz az éjszakai égboltra. A hold helyzete, mozgása, állapota a dátumnak megfelelő, a szimuláció folyamán folyamatosan változik.

A szimuláció még valószerűbbé tételéhez a program a valós tevékenységekkel együtt járó hang- és fényeffektusokkal is szolgál. Ezek mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a gyakorlók még inkább valós körülmények között képzeljék magukat a gyakorlás folyamán. Azért is szükség van ezekre az effektusokra, mert a gyakorlónak olyan visszacsatolást adnak a végzett tevékenységről, amelyeket a valóságban is megkapnak.

### *Fényeffektusok*

A fényeffektusok egy része a tüzeléshez kapcsolódik. Láthatók a kilőtt lövedékek torkolattüze, a lövésnél jelentkező felporzás és lőporfüst. Követhető (űrmérettől függően) a kilőtt lövedékek, rakéták röppályája. Kisebb kaliberű lőszerknél a fényjelzős lövedék útja rajzolódik ki, valós időben. A lövedék becsapódásakor jelentkező robbanás felvillanása, füstje jól látható, akár a földbe, akár a célba csapódik. A felporzások és a füst a beállított szél irányának és sebességének megfelelően mozog és oszlik szét. A terepen, a lövedék űrméretétől függően megmarad a becsapódás nyoma.

Nagyon fontos szolgáltatása a szimulátornak, hogy biztosítja a tűz eredményének megfigyelését. Ha a lövedék becsapódik egy eszközbe és megsemmisíti, az eszköz rombolt képe jelenik meg, láng, füst jelzi a találatot. Élőerő találat esetén a földön, „vérbe fagyva” fekszik.



9. ábra: Találat a célban

A fényeffektusokhoz sorolhatók még a kontroll- és jelzőlámpák kigyulladása, elalvása, a műszerek állása, karok, kapcsolók mozgása. Látható a járművek mozgásakor keletkező felporzás, a járó motor kipufogó füstje, a járművek lámpája éjszaka. Befolyásolja a gyakorló megfigyelését a kilőtt ködgránátok füstje, amely a valóságnak megfelelően oszlik és sodródik a szél irányának, sebességének megfelelően.

### *Hangok és zajok*

Még valószerűbbé teszik a szimulációt a generált hangok és zajok. Ehhez a program élethű hangmintákat használ. Hallhatók a lövések dőreje, a rakéta indulásának, repülésének hangja és a becsapódások robbanása is.

A gyakorlók a fülhallgatón keresztül hallják a járművek motorjának, a láncotalpak zörgésének, a töltésnek és tárcserének a hangjait. Hallható még: a jármű dudájának, az emberi lépéseknek, az égésnek a hangja.

A hangok minden esetben a gyakorló és az esemény közötti távolság függvényében késleltetve és változó hangerővel hallhatók.

### *Nézetek*

A szimulátorban gyakorláskor két nézet látható: A térképi és a 3D nézet.

A térképi nézetet a feladat készítése folyamán használják. Ezen a nézeten lehet a harchelyzetet kialakítani, az eszközöket, a személyeket a terepre felhelyezni. A szimuláció folyamán itt lehet nyomon követni a harchelyzet alakulását, az eszközök személyek állapotát, a tevékenységeket. Több segédfunkció segíti a nézeten való munkát. Lehet rajta távolságot mérni, megjeleníthetők a koordinátavonalak, szimulációs üzenetek, a szervezeti struktúra. Gyors gombokkal elérhetők a kiadható parancsok, utasítások. Térképi nézet csak a kétmonitoros munkahelyen van, vagyis a gyakorlatvezetői és az alájátszói munkahelyeken.

A másik nézet, amely minden munkahelyen van, a 3D nézet. A gyakorló munkahelyeken a terep azon része látszik 3D-ben, amit az adott szerepnek megfelelő katona lát. Ha járműben van, akkor az abból látható tereprészlet látszik, olyan nagyítással, amelyet a valóságban is biztosít az ablak, a távcső, vagy a prizma. Ha a szabadban tartózkodik, akkor a szabadszem látómezejének megfelelő tájat látja. Szabadon foroghat, mozoghat és a táj annak megfelelően változik. A járműben lévő személy a nézetét csak akkor tudja forgatni, ha az eszköz ezt a valóságban is lehetővé teszi. Ha a jármű mozog, a nézet annak megfelelően változik. A 3D nézet mellett a képernyőn megjelennek azok a kezelőszervek, lámpák, kapcsolók, amelyek szükségesek az adott beosztás gyakorlásához. A gyakorló a kezelőszerveket joystick-kal vagy billentyűzettel tudja kezelni.

A gyakorlatvezetői munkahely sajátossága, hogy arról minden gyakorló és alájátszói szerepbe bele lehet nézni. A gyakorlatvezető egy kattintással átválthatja a 3D nézetét bármelyik munkahely, eszköz vagy személy nézetére. Így a gyakorlás folyamán folyamatosan nyomon követheti a gyakorlók, vagy az alájátszók tevékenységét. Az alájátszói munkahelyen is lehet váltani, de csak az adott munkahelyhez rendelt nézetei között. Ugyancsak a gyakorlatvezetői

munkahely speciális szolgáltatása a „szellemkép” nézet. Ezzel a gyakorlatvezető szabadon mozoghat lassan, vagy gyorsan a terepen, vagy akár terep fölött.

### *Egyéb szolgáltatások*

A szimulátor még számtalan funkcióval, szolgáltatással rendelkezik. A dolgozat terjedelme miatt valamennyire nem tudok kitérni. A felsorolásban csak a fontosabbakat nevezem meg:

- AAR funkció: ezzel a programmal elmenthető a gyakorlás folyamata, majd amikor szükséges visszajátszható. A felvétel folyamán markerekkel megjelölhetők azok a pontok, amelyek a foglalkozásvezető szerint bemutatás vagy elemzés miatt fontosak. A lejátszás lassítható, gyorsítható és megállítható.
- Az elmentett gyakorlásból (AAR) statisztikai adatok nyerhetők ki. Kimutathatók ki, mikor, hová lőtt. Kimutatható eszközönként, alegységenként a lőszerfelhasználás, abból mennyi talált. Ki, kitől, mikor sebesült, halt meg.
- Tervezett parancsok: a gyakorlatvezető és az alájátszók betervezhetnek mozgás- és tűzparancsokat, világítási és területtűz parancsokat. A parancsok a beállított időben automatikusan végrehajtnak.
- Egyszerűsített munkahelyek: harcjárművek, tűzeszközök kezelésének „lebutított” változata. Előnye, hogy egy alájátszói munkahelyről több eszköz könnyebben vezethető. Ezáltal csökkenthető a kiszolgáló személyek száma.

Mint a nem túl részletes ismertetésből is látszik, a Kronos szimulátor egy sokrétű, változatos gyakorlási lehetőségeket biztosító rendszer. Lehetővé teszi, hogy a felhasználók a gyakorlótérre való kimenetel előtt begyakorolhassák a mozgással, tüzeléssel, együttműködéssel kapcsolatos feladatokat. Olyan tevékenységek is begyakorolhatók, végrehajthatók, amelyek a valóságban csak nagyon korlátozottan, vagy egyáltalán nem hajthatók végre. Nagy előnye, hogy kis költséggel, sok gyakorlás vezethető rajta. Nincs lőszer és üzemanyag költség. Tehát fontos, ma már szinte nélkülözhetetlen eszköze a katonák kiképzésének.

### *Terepi adatbázisok a szimulátorokban*

A felsorolt és ismertetett szimulátoroknál a készítő, az Artifex Tréning Kft. egyedi, maga által fejlesztett adatbázist használ, ami azt jelenti, hogy a külső adatbázisokat integrálják, átalakítják, kijavítják és így használják fel. A külső adatbázisokból vektoros térképi és raszteres magassági adatbázist hoznak létre, amelyből már kirajzolható a képernyőn a terep.

A saját adatbázis előnyei:

- A szimulátort nem kell felkészíteni több, különböző térkép forrás kezelésére. Ezt a feladatot egy külső program végzi.
- A külső források szerkezetének megváltozása nem teszi szükségessé a szimulátor változtatását.
- A saját adatszerkezet igazodik a program szerkezetéhez, így optimálisan használható.
- A saját adatszerkezet kiegészíthető – a forrásban nem megtalálható – információkkal.
- A saját adatszerkezettel megoldható különböző forrásból származó adatok együttes kezelése.
- Amennyiben a körülmények megkívánják – betöltés gyorsítása, méret optimalizálása, megváltozott igények – a saját adatszerkezetek könnyedén módosíthatók, nem adódnak liszensz problémák, nem kell szabványokhoz alkalmazkodni.

Használt adatbázisok: DTA-50<sup>6</sup> (vektoros)+DDM2<sup>7</sup> (magassági), OSM<sup>8</sup> (vektoros) + DTED2<sup>9</sup> (magassági).

A régebben készült szimulátorok vektoros adatbázisa a DTA-50 adatbázisra épült. Magassági adatbázisként a DDM2 adatbázist használják. Az újabb verziókban (Marcus V12) már az OSM vektoros adatbázisok kezelése is megjelenik. Ehhez a NASA által készített magassági adatbázisokat illesztik, melyek szabadon letölthetők GEOTIFF formátumban. A letöltött adatok szabványos DTED2 formátumra konvertálás után kerülnek felhasználásra.

Az OSM adatbázisok felhasználásának előnye:

- Ellentétben a DTA-50-el ez nyílt, bárki számára elérhető, online hozzáférhető. Ha igény mutatkozik egy új működési területre (pl. egy új misszió miatt), az könnyen letölthető, majd alkalmassá tehető a program részére;
- Pontosabb: minden objektum olyan formájú, akora és ott van, ahol a valóságban is;
- Naprakészebb: hiszen szinte naponta frissül;
- Részletesebb: sokkal több információt tartalmaz, mint a DTA-50. Megtalálhatók rajta: utcanevek, közlekedési irány, intézmények, építmények neve stb. A . ábrán jól látható a két adatbázis által biztosított információk különbsége;
- Szemben a DTA-50-el az OSM adatbázisban az út melletti terepobjektumok (kereszt, emlékmű stb.) nem az úton helyezkednek el, hanem mint a valóságban az út mellett. Ezáltal nem képeznek menet végrehajtásakor akadályt.

---

<sup>6</sup> Digitális Térképészeti Adatbázis

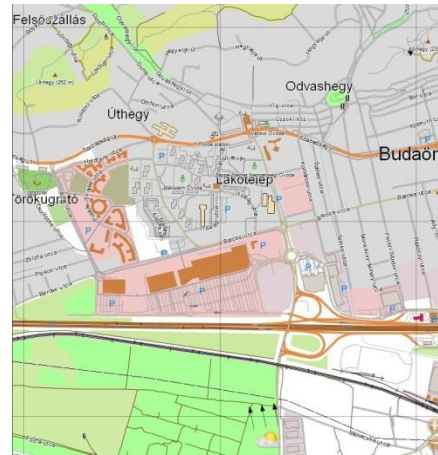
<sup>7</sup> Digitális Domborzatmodell

<sup>8</sup> OpenStreetMap

<sup>9</sup> Digital Terrain Elevation Data. Digitális domborzati adatok.



DTA-50



OSM

10. ábra Adatbázisok tartalma

A kifejlesztett adatbázisban összefüggő területeket hoznak létre, amelyből a felhasználó választja ki a neki szükségeset. Ilyen például Magyarország teljes területe, Afganisztán egyes részei, iraki területek. A felhasználó az összefüggő területből választja ki a működési területet. Választhatja az egészet, vagy csak egy részét. A rendelkezésre álló területek száma bővíthető, a felhasználó igényeinek megfelelően.

A szimulációban a távolsági alapfelbontás 20 m, magasságban 1 m. Ez a megjelenített felbontás függvényében lehet több, vagy kevesebb is. Kronos-nál az alapfelbontás 2 m. Ez a felbontás azonban akár 12 cm is lehet, attól függően, milyen felbontást igényel a program az adott mozzanatnál.

Különböző funkciók csatlakoznak az adatbázishoz. Pl: keresés név, koordináta alapján.

Többszintű térképbeállítás lehetséges. Ezzel a felhasználó olyan részletességet állít be, amely a feladat végrehajtása során szükséges, indokolt. Magasabb, például dandár szintű gyakorlásnál, felesleges, sőt zavaró is lehet a nagyon részletes ábrázolás. Alegység (pl. szakasz) szinten ugyanakkor a lehető legrészletesebb megjelenítés szükséges. A szintek:

1-es: csak a főbb objektumok, nagyobb erdők, főbb utak, tengerek, tavak, folyók, valamint települések kontúrjai, körvonalai látszanak.

2-es: megfelel a régi H (hadosztály) szintű, kb az 1:100 000 méretarányú térkép részletességének.

3-as: megfelel a régi dandár szintnek, az 1:50 000 méretarányú térkép szerinti tartalomnak.

4-es: az OSM adatbázis részletességének felel meg, vagyis a legrészletesebb az ábrázolás. Ez az ábrázolás természetesen lassíthatja (a működési terület nagyságától függően) a munkát, a megjelenítés frissítését.

A különböző szintek a működési területen belül is változtathatók. Például egy menetvonal körüli területen nincs szükség a teljes részletességre, így itt a 2-es, vagy 3-as szintű ábrázolást állítják be. A harctevékenység, vagy egyéb más művelet területén viszont a teljes részletességre lehet szükség, így ott a 4-es szintet állítják be. A gyakorlónak nincs semmi tennivalója, az adott területen automatikusan az az ábrázolási szint jelenik meg, amit előzőleg beállítottak.

Iránymérésnél választani lehet a 6000 és a 6400 vonásos rendszer között. Ezt az tette szükségessé, hogy a Magyar Honvédségben megjelentek olyan eszközök, amelyek a 6400 vonásos rendszerben működnek. A felhasználó így szabadon választhat, attól függően, hogy a valóságban milyen beosztású eszközt használ.

#### *A Kronos szimulátor alkalmazása*

##### *Alkalmazás a csapatoknál*

A szimulátor jelenleg egy példányban van telepítve Hódmezővásárhelyen. A 2010-ben történt telepítés után az alkalmazóknak egyhetes felkészítést tartottam. Külön a feladatkészítőknek, és külön a foglalkozásvezetői és gyakorló állományoknak. A felkészítések, szinten tartó oktatások ezután minden évben két-három napos időtartamban megismétlődtek. Az oktatásokon más alakulat (tatai, szolnoki, debreceni) egy-két képviselője is részt vett. Idén 2015-ben a V3 verzió telepítése miatt ismét egy részletesebb egyhetes felkészítést hajtottunk végre. Ezeknek az oktatásoknak az volt a célja, hogy a katonák merjék, tudják használni a szimulátort, ösztönözzük őket. Ez részben sikerült is.

A tapasztalatok alapján használják a szimulátort. Leggyakrabban az egyéni felkészítésben használják. A csoportos gyakorlásoknak gátat szab, hogy teljes alegység (raj és szakasz) ritkán van együtt. Sok a távollét különböző okok miatt, így csak ideiglenes alegységeket lehetne gyakoroltatni. Ez pedig csökkenti a motivációt. Az egyéni gyakorlásokra viszont gyakran alkalmazzák. Különösen a hordozható páncéltörő rakétával való lövészetekre való felkészítésben használják. Ennek oka, hogy az éleslövészet előtt kötelezően, meghatározott számú indítást kell végrehajtani. A régi szimulátorok (KLSZ95) már használhatatlanok, így a Kronos szimulátoron kell eleget tenni a követelménynek. A más alakulatnál lévő ilyen beosztású katonák is itt készülnek fel az éles rakétaindításokra. A visszajelzések alapján nagyon pozitív a tapasztalat. Hatékonyan készíthetők fel a katonák az éleslövészetre.

A szimulátor kihasználtságát csökkenti, hogy Hódmezővásárhelyen, csak lövész és hordozható páncéltörő katonák vannak. Nincsenek harcokcsizó, tüzér és önjáró páncéltörő

alegységek, amelyek szintén használhatnák a rendszert. Ugyancsak problémát okoz, hogy a más helyőrségekben lévőknek el kell utazni Hódmezővásárhelyre, ha gyakorolni akarnak. Ez plusz munkát, szervezést, gondot jelent. Volt azonban rá példa. A tatai harcokszíók egy hetet gyakoroltak a szimulátoron, és azóta is emlegetik, hogy milyen hasznos és élvezetes volt. Az Altiszi Akadémia is gyakorolt a rendszeren nagy sikerrel.

Sokat fog lendíteni, hogy várhatóan idén, 2015-ben Tatára is telepítenek egy szimulátort. Ez amellet, hogy a tatai alegységeknek fog lehetőséget nyújtani, elérhetőbbé teszi más alakulatok részére is. Budapestről, Szentendréről is könnyen le lehet utazni akár csak egy napra is.

### *A szimulátor alkalmazása a katonai vezetői szakon*

Véleményem szerint a katonai vezetői szak képzésében nagy szerepe lehetne a Kronos szimulátornak. Több fegyvernem képzésébe lehetne beépíteni, szélesítve a felkészítés módszereit, eszközeit. Mely területeken, képzésben lehetne alkalmazni?

- A tüzér szakirányban alkalmazni lehet a D-20 ágyútarackkal, közvetlenirányzású lövészetre való felkészítésben. Jelenleg erre az egyetemen nem áll rendelkezésre (máshol sem) semmilyen szimulátor. Álló képekkel, rajzokkal, magyarázatokkal lehet a tisztjelölteket oktatni, amely csak csökkentett szintű felkészítést eredményez. Különösen kiütözik ez a mozgó célokra való tüzelésre történő felkészítéskor. A szimulátorral azonban szinte valós körülményeket biztosítva, minden mozgási irányú és sebességű cél leküzdését be lehet gyakorolni.
- Ugyanennél a fegyvernemnél a páncéltörő rakétával való tüzelés begyakorlása is megoldódna. A régi szimulátorok – ugyanúgy, mint a csapatoknál – használhatatlanok. A felkészítés a gyakorlatban csak a tűzkészség eléréséig gyakorlatias, amelyet a valós eszközökön végeznek, helyben és a csapatnál. A rakéta indításának és irányításának oktatása azonban már csak elméletben történik. A tisztjelöltek csak az éleslövészetben találkoznak először az indítás hangjával, látványával, az irányítás fogásaival. A rakéták számának szűkössége miatt ez nem a leghatékonyabb.
- Nagy lehetőség van a lövészkatonák felkészítésében is. A rendszeresített harcjárművekkel való tevékenység előre begyakorolható, így a valós eszközökön történő gyakorlásra – amely természetesen nem hiányozhat – már felkészültebben érkeznének, sokkal hatékonyabb, eredményesebb lenne a begyakorlás. Az álló, mozgócélokra való tüzelés, az egyéni és kötelék tűzfeladatok begyakorlásai mind-mind megvalósítható.
- A harcjármű nélküli, gyalogos tevékenységre való felkészítésében is helyet kaphatna a szimulátor. Például egyszerre 12 fővel (ennyi a gyakorló helyek száma) be lehetne gyakorolni az egyéni éleslövészetek folyamatát a megindulási terepszakasz elfoglalásától a tüzelés végrehajtásáig, a tűzszakasz elhagyásáig. Be lehet gyakorolni a kézjeleket. Kötelékben,



gyalogosan végrehajtott műveletek végrehajtására is felkészíthető az állomány. Terepkutatás, állások, objektumok elfoglalása, kisebb ellenséges csoport megsemmisítése stb.

- A fentiek mondhatók el a harckocsit kezelő személyek felkészítésére is. Itt is igen sokrétűen lehetne a felkészítés szintjét növelni, a szimulátor használatával. A tisztjelöltek begyakorolhatnák a harckocsi valamennyi beosztásának teendőit, így sokkal felkészültebben ülnének be a harckocsiba a valós feladat végrehajtáshoz.
- A felderítő tisztjelöltek is használhatnák az oktatásban. A harcjárművel, vagy gyalogosan történő előrevonás, menet, a rejtett figyelő kiválasztása, elfoglalása, majd a felderítés végrehajtása mind-mind begyakorolható a szimulátoron. Az alájátszók által lejátszott ellenséges tevékenységet sokkal élethűbben deríthetnék, figyelhetnék meg, mint a jelenlegi, közlésekkel megvalósított képzésben. A mélységi műveletek nagy részét is begyakorolhatnák.
- A rendszerben megtalálható a pilótánélküli repülőgép is. Ennek kezelését, irányítását, az általa szerzett információk feldolgozását is valamennyi érintett fegyvernem tisztjelöltje megismerhetné, begyakorolhatná.

Mint látható, a Kronos szimulátor nagyon széles körben alkalmazható a képzésben. Az egyes oktatók, a szimulátor megismerése után bizonyára még több alkalmazási lehetőséget fedeznének fel, valószínűsítanának meg.

A fent leírtakból látható, a Magyar Honvédség elég széles körben alkalmazza a szimulátorokat. A kiképzésben játszott szerepükről csak a Kronos szimulátornál írtam részletesen. Azonban a többi szimulátort is sokat használják. A Marcus szimulátoron rendszeresen tartanak gyakorlásokat, gyakorlatokat, századtól, dandár szintig. Vannak nagyobb, több helyőrség bevonásával végrehajtott gyakorlatok is. Ilyenkor a gyakorló törzs Várpalotán, a Marcuson, az alárendeltek a saját helyőrségükben a Mars szimulátoron dolgoznak. Ezzel sok pénzt, energiát, időt lehet megtakarítani.

Az egyetemen is használják a Mars szimulátort, bár korántsem annyit, mint lehetne. Tartanak rajta foglalkozást a harckocsizó, logisztikai és légvédelmi tisztjelölteknek.

A Baglyas2 szimulátor kihasználtsága talán a legnagyobb a Magyar Honvédségben. Mivel a megosztott irányzású tüzérségi éleslövészet csak korlátozott területen (Központi gyakorlótér) végezhető, és drága is, a szimulátor nagy lehetőséget jelent a különböző feladatok begyakorlásában. A gyakorlás az adott helyőrségben, költségek nélkül, akár csak néhány órára is levezethető. A szimulátoron olyan feladatok is begyakorolhatók, amelyeket a lőtérben sem lehet, vagy csak nagyon korlátozottan. Lőhetnek teljes alegységekkel (üteg, osztály) időzíthető gyűjtővel, mozgó célokra, világítással stb. Az egyetemen különösen nagy a szimulátor kihasználtsága. A tüzér tisztjelöltek valamennyi gyakorlati foglalkozását a szimulátoron vezetik le. Emellett a felderítő tisztjelöltek képzésében is szerepet kap a Baglyas2. Mivel lejátszható, megjeleníthető az összefegyvernemi harc, így a 3D nézetben szinte élesben látják annak lefolyását. Ezzel gyakorolhatják a felderítés folyamatát, feladatait.

A Baglyas2 szimulátort a csapatoknál is gyakran használják. Egyéni és kötelék tűzfeladatok begyakorlását is rendszeresen végzik rajta. Meggyőződésem, ennek oka, hogy 1993 óta nem lett kibocsátva olyan tüzér tiszt, aki ne dolgozott volna a Baglyas2-n. Ezért ismerik, tudják mire használható, milyen hatékony és nem idegenkednek tőle.

Meg kell említeni, hogy a Baglyas2 szimulátort minden évben, nagy sikerrel alkalmazzák a Tüzér Kupa versenyen. Az egyetem Művelési Támogató Tanszék Tüzér Szakiránya által megrendezett versenyeken az alakulatok és intézmények csapatai versenyeznek a tüzér feladatok végrehajtásában. Jellemző a verseny népszerűségére, hogy a résztvevők kb. fele már nincs tüzér beosztásban, de mindig eljön az élmény miatt.

### *Felhasznált irodalom*

ARTIFEX TRÉNING KFT. Felkészítés szimulációs rendszerek üzemeltetésére. MTR ismertető. 2011.

ARTIFEX TRÉNING KFT. Kronos Felhasználói kézikönyv. 2015.

ARTIFEX TRÉNING KFT. Marcus Számítógéppel támogatott szimuláció (CAX). Kezelési és üzemeltetési kézikönyv. 2014.

Csengeri János: A légierő specifikus vezetői kompetenciái, kialakításuk lehetséges metodikái, fejlesztésének javasolt módszerei a vezetői képzésben. In: Krajnc Zoltán (szerk.): A katonai vezetői-parancsnoki (harcászati vezetői) kompetenciák fejlesztésének lehetséges stratégiája. Budapest: Nemzeti Közsolgálati Egyetem, 2014. pp. 83-94. ISBN:978-615-5305-67-2

## ***Kocsi János Gyula: Katonai vezetők (szakaszparancsnokok) felkészítése és kiképzése virtuális (szimulációs) környezetben<sup>1</sup>***

### *Bevezetés*

A Magyar Honvédelem jelenlegi helyzetét és feladatkörét figyelembe véve nagyon fontos, hogy a kiképzés és a honvédtiszt-jelöltek a harcászati felkészítés során alkalmazott eszközei minél inkább realiztikussá váljanak és megfeleljenek az élet által támasztott követelményeknek.<sup>2</sup> A Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karon folyó tisztképzés célja, hogy a csapatokhoz kikerülő hadnagyok minden olyan szakmai tudással rendelkezzenek, amelyek elengedhetetlenek ahhoz, hogy a rájuk bízott szakaszt békeidőben, vagy harc közben képesek legyenek elvezetni. A vezetői ismeretek elsajátítása, és a szakmai anyag elmélyítése leghatékonyabban csak sok valóságot megközelítő helyzetben végrehajtott gyakorlás során érhető el. A XXI. században a növekvő kihívásokra reagálva, a változó körülmények valós szimulálása legpontosabban számítógépes szimulációs program alkalmazásával érhető el.

A megszerzett ismereteknek összhaderőnemi jellegűnek kell lenni.<sup>3</sup>

Ezt a feladatot jelenleg is többféle szimulációs rendszer látja el a Magyar Honvédségben és Nemzeti Közszerológati Egyetemen is, úgymint a Mars, Marcus, Baglyas stb. Ezek mindegyike szakszerifikus felkészítő program, ami azt jelent, hogy profiljukat tekintve inkább csak tüzér feladatok, vagy törzsvezetési gyakorlatok lebonyolítására alkalmasak. Azonban szükség van egy olyan FPS (First Person Shooter<sup>4</sup>) jellegű összetett szimulációs rendszerre, amellyel bonyolult körülmények között hatékonyan fejleszthetők a vezetői, és szakmai készségek kis költség ráfordítással az egyes katona ismeretanyagának elsajátításától a raj-szakaszparancsnokok ismereteinek átadásáig. Esetlegesen hálózatos összeköttetésben végrehajtott gyakorlásokkal más NATO tagországok tiszti hallgatóival, katonáival együttműködésben. Erre az igényre jelenthet megoldást a Bohemia Interactive Simulations cég által készítette VBS3 (Virtual Battlespace 3) harcászati szimulátor, amelyet már más NATO tagországok is sikeresen beépítettek a kiképzési rendszerükbe úgymint Dánia, Hollandia,

---

<sup>1</sup> „Kiképzés-felkészítés virtuális (szimulációs) környezetben” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Boldizsár Gábor: A 21. század komplex műveleti környezete és hatása a katonai képességekre, In: Krajnc Zoltán (szerk.), A katonai vezetői-parancsnoki (harcászati vezetői) kompetenciák fejlesztésének lehetséges stratégiája. 241 p. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2014. pp. 15-46

<sup>3</sup> Krajnc Zoltán: A légierő megváltozott szerepe a 21. század hadviselésében, Budapest, Geopolitikai Tanács Közhasznú Alapítvány, 2006, 74 p. (Műhelytanulmányok 7.)

<sup>4</sup> First Person Shooter: Magyar tükör-fordításban a számítógépes szaknyelvben, belső nézetű lövöldözős játékot jelent. A gyakorlatban ez annyit tesz, hogy a számítógép kezelője az általa választott karakter szemszögéből látja a játékot, vagy szimulációs környezetet.

Svédország, Új-Zéland stb. A gyakorlás során integrálhatóak a különleges műveleti feladatok, és ejtőernyős képességek is.<sup>5</sup>

### *A VBS3 képességei*

A VBS3 leginkább egyes harcos és kis alegység szinten alkalmazható szimulációs rendszer, amely alkalmas harcászati feladatok szimulálására és kiértékelésére gyalogosan vagy járművekkel (szárazföldi, légi, vízi) nappal és éjszaka egyaránt. Egyéni képesség és készség fejlesztésén kívül alkalmas alap kezelői szint szimulációs begyakorlására. Mivel hálózatként működik, alkalmassá teszi különböző alakulatok bevonásával a közös harcászati végrehajtást, erősíti az összefegyvernemi képességeket. Mivel több országban előszeretettel alkalmazzák, képes többnemzeti szimulációs gyakorlat végrehajtására. Előnye a bővíthetőség, a széles eszköztár, a kommunikációs lehetőségei és az egyszerű kezelhetőség.

Ezeket a képességeket elősegíti a rugalmas játék-alapú technológia, ami lehetővé tette a szoftver fejlesztőknek, hogy nagyobb méretű tárgyakat és járműveket is modellezni tudjanak.

A program valós idejű összesítéssel éri el, hogy még pontosabban jelenítse meg a beépített területen kialakult harcmezőt. Ez kiterjed a légi megfigyelésre is. Tárgyak esetében a technológia lehetővé teszi az egyes tereptárgyak (fák és épületek) számára, hogy csoportosíthatóak legyenek.

Ez a képesség egy hatalmas előrelépést jelent a megjelenésnél, amely sokkal jobb felbontású képet ad nagy távolságból és sűrűbben elhelyezkedő tájat, tárgyakat eredményez. Ez a teljesítmény javítása párosul pontosabb tárgy megjelenítéssel, elhalványulással a tárgy távolságától függően. A tárgyak így simábban halványulnak a látómező változásával összhangban, ami egy realisztikusabb vizuális élményt jelent mozgáskor vagy a nézőpont gyors váltakozásakor.

A szoftver szintén megújította az úthálózat megjelenítést azzal, hogy az adott pillanatban csakis azokat mutatja, amelyek éppen használatban vannak, ezzel csökkenti a memória felhasználást.

A szoftver arra van optimalizálva, hogy több résztvevőt tudjon kezelni nagyobb, összetettebb, bonyolultabb feladat esetén is, ugyanolyan minőségű megjelenítéssel. A rendszer segít megelőzni az adatok a torlódását és a késéseket, csökkenti a szerver terhelését és gyorsabb teljesítményt nyújt több mint egy helyi hálózat esetében is. A Multicast rendszer képes küldeni adatokat a hálózaton keresztül több számítógépre is ugyanabban az időben, nagyban

---

<sup>5</sup> Boldizsár Gábor: Paratroopers in future operations, Security and Defence Quarterly 2014:(2) pp. 46-62. (2014)

hozzájárulva a teljesítményének optimalizálásához. Ez lehetővé teszi, hogy több száz résztvevő is megjeleníthető egy virtuális pályán.

Emellett tartalmaz egy új úgynevezett lekötési (tűztámogatási) funkciót, amely lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy a rendszer által üzemeltetett alegységek közvetlen lefogó tüzet vezessenek egy megadott területre. A funkció lehetővé teszi, hogy egy különleges megfigyelési és tüzelési területen, át lehessen váltani valós látószögbe, amelynél be lehet állítani időszakos területi tüzet vagy tűzzel való felderítést.

A valós harcászati helyzetbeállítást elősegíti, hogy a számítógép által vezérelt ellenséges egységek képesek tüzet nyitni minden olyan alegységre, amelyet észlelnek vagy megjelennek a kijelölt területen és amennyiben az ellenség innen elmozdul, automatikusan követik és megtámadják azokat. A program által megjelenített épületek fizikailag elpusztíthatóak. Bármely épület rongálható, szerkezeti elemei, alkatrészei bonthatóak, ezáltal lehetővé teszi az egyes épületrészek rombolását és akár betörési pont létrehozását. Szerkesztéskor akár létre lehet hozni eleve rombolt épületeket is, melyeknél meg lehet határozni a rombolást mértékét. Emellett a járművek is sérthetik a falakat, az épületek falaiban a robbanások és a lövedékek is kárt okozhatnak, és sikeres nyitás esetén a játékosok be is léphetnek a rombolt épületekbe. A kedvezőbb fizikai-alapú rombolt épületekkel lehetővé válik a felhasználók számára, hogy létre hozzanak reális és élethű körülmények között hajtsanak végre helység-harc, és épületharc feladatokat.

A kiképzés lényeges eleme az éjszakai harc megvívásának gyakorlása, amit a VBS3 éjszakai üzemmód szimulálásával támogat, mely a valósághoz hasonlóan adja vissza a látótávolságot (holdtölte, felhőzet) és az éjszakai hangterjedést és a zajok felerősödését.

A rendszer figyelembe veszi a testtartást, az elhelyezkedést és a különböző tereptárgyakat a láthatóság tekintetében. A valósághoz hasonlóan a hatásos tűz kiváltása érdekében lélegzet visszatartással növelhető a találati valószínűség.

#### *A szoftver bővítési lehetőségei*

A VBS3 kezelői funkciói egy rugalmas, nyíltan bővíthető szimulációs környezetet nyújtanak a fejlesztők és alkalmazók számára, mellyel számos lehetséges kiképzési pálya alakítható ki, tetszés és a gyakorolni kívánt feladat típusa szerint. Elsősorban katonai kiképzési célokra tervezték, de alkalmas egyéb, az oktatásban alkalmazott szimulációkra is.

A program fel van szerelve egy fejlesztői eszköztárral, mely alkalmas épületek létrehozására, terep készítésére, amit műholdképek alapján kreálhatunk. Valamint a rendszer

egyéb adatforrások és konvertáló modellek befogadására is alkalmas annak érdekében, hogy megalkossuk a szimulációs környezetet.

Mivel nyitott platformként működik, lehetővé teszi harmadik féltől származó termékek kiterjesztését a szimulációs környezetre. A támogatást az offline felhasználók részére is engedélyezi.

Lehetővé teszi a fejlesztők számára, hogy könnyen és gyorsan hozzanak létre környezetet az alapvető adatok segítségével. Szükség szerint szintén támogatja a madártávlati nézetet is.

A VBS3 lehetővé teszi a felhasználóknak, hogy konkrét földrajzi teret hozzanak létre, tereptárgyak felhasználásával. A nagyobb területeket több ezer négyzetkilométernyi nagyságban jeleníti meg, ezzel lehetővé teszi a kiképzők számára, hogy a kiképzendő katonák és alegységek nagyobb manővereket is gyakoroljanak huzamosabb időn keresztül.

A program legnagyobb előnye a rugalmasság, bővíthetőség, mind a terep és környezet létrehozása, mind a különböző szerverek kapcsolódása területén.

#### *A program alkalmazása kisalegységek felkészítése során*

A VBS3 mint minden hasonló programnál az elején itt is átvezet minket egy tanuló fázison. Ebben a részben ismerkedhetünk meg az irányítással, különböző akadályokkal, fegyverrendszerekkel, harcjárművekkel, forgó és merev szárnyas, valamint pilóta nélküli repülő eszközökkel (UAV), illetve csónakokkal.

A kezdeti, egyéni begyakorlások után a programot gondosabb előkészítés és tervezés kell, hogy megelőzze. Elsődlegesen meg kell határozni, hogy mi a kiképzés, begyakorlás célja, a csoportot mire készítsük fel, és a későbbiekben meddig szeretnénk eljutni (egy-egy végrehajtás többszöri begyakorlása, vagy magasabb alegység szintű begyakorlás lenne a cél). Mindenképpen időt kell szánni a kisebb csoportok összekovácsolására, az adott szintnek megfelelő kommunikáció, összeszokottság elérésére.

A legkisebb vezetési szint itt, ahogy a valóságban is a tűzcsoporthoz (vagy más eszközöknél kezelő személyzet). Tűzcsoporthoz belül válasszuk ki a megfelelő fegyvereket (géppuska, gépkarabély, pisztoly, mesterlövész puska, toronyfegyver, páncéltörő, gránát, stb) és rendeljük hozzá a begyakorlandó személyekhez. A fegyverekkel együtt már meg kell határozni mindenkinek a rá vonatkozó általános és egyéni kötelezettségeket, felelősségeket (tartalék lőszer, tüzelési szektor, adott pozíciója az alakzatokban) és azt, hogy kinek tartozik jelentési kötelezettséggel, parancsok esetében kik tartoznak az ő alárendeltségébe. Amennyiben kellő idő áll rendelkezésre a szimuláción történő gyakorláshoz, a beosztásokat érdemes rotálni.

Miután a kötelmek tisztázásra kerültek ismertessük a feladatot, a rendelkezésre álló időmennyiséget. A kijelölt csoport ekkor tudja megkezdeni a feladat tisztázását, amennyiben kérdés, észrevétel merül fel, ezen időszakban még lehetőségük van rá, hogy tisztázzák, majd elkezdhetik a tervezést, felszerelés összeállítását, begyakorlást. Feladat végrehajtás előtt, szóban az aktuális parancsnok ismertesse a parancsnoka vagy a gyakorlatvezető felé az elgondolását, az alárendeltek felé pedig a harcparancsát. Visszakérdezés és a feladatok elosztása után kezdhetik meg a végrehajtást.

A gyakorlók bármilyen szinten is gyakoroljanak, lényeges szempont, hogy hacsak nem befolyásolja jelentősen valami a feladat végrehajtást, a mozzanatot ne szakítsuk meg. Mivel az egész végrehajtás rögzítésre kerül és követi egy teljes kiértékelés, ezért nem érdemes közbeavatkozni és a végrehajtók gyakorlási szabadságát akadályozni, ahogyan egy valós végrehajtás esetében is hasonló lenne a helyzet.

Tűzcsoport szinten a különböző alakzatok, manőverek, reagálások, tüzelési szektorok, tájékozódás nappal-éjszaka, és a különböző behatásokra történő reagálások begyakorlása a legfontosabb. A csoport fejlődésével nehezíthetünk az időjáráson, a terepen, valamint az ellenség ellentevékenysége is. Lényeges és az értékelésnél hatványozottan figyelembe kell venni, hogy a tűzcsoport egésze mennyire használta ki a terepfedezetet, milyen útvonalat, alakzatokat használt, mennyire sikerült álcázottan közlekedni, és milyen tüzelőállásokat választottak, valamint azt, hogy milyen hatékonyan működött a tűzrendszer. Adott esetben, ezek fontosabb szempontok lehetnek, mint az aktuálisan végrehajtott feladat. Sikeres feladat teljesítés esetén is ki kell emelni azokat a szempontokat, amelyek akár a megismétlést, vagy további gyakorlást tesznek szükségessé. Hiszen egy rossz alakzat, rossz útvonal, rossz reagálás ellenére is sikerülhet a feladatot jól végrehajtani, ám lényeges szempont, hogy semmiképpen ne ez rögzüljön, hiszen a következő feladatnál, vagy valós esetben ez akár a csoport életébe is kerülhet.

Tűzcsoport szinten a legnehezebb feladat a járművel való feladat végrehajtás lenne, hiszen megnő a sebesség, páncélzat, tüzerő és bonyolultabbá válik a kommunikáció. A járműves mozgásoknál a legtöbb gyakorlási feladatot a kezelőszemélyzetnek és a parancsnokoknak adjunk. Menetnél, a feladathoz való eljutásnál a kezelőszemélyzetnek, a harc megvívásánál a parancsnoknak van legnagyobb felelőssége.

Raj szinten a gyakorlás csak összeszokott tűzcsoportokkal lehetséges. A tűzcsoportnál meghatározott elosztáshoz képest itt leginkább parancsnoki eszközök jöhetnek számításba (rádió, térkép, több jármű). Szintén fontos tisztázni a tűzcsoport parancsnokok és a rajparancsnok feladatát, kötelmeiket. Ezen a szinten a raj alakzatain kívül szintén fontos a

tűzrendszer megszervezése, amely harc esetén a tűzcsoporthoz alapvető tevékenysége (tűztámogató tevékenység, manőverezés). Járőrnél, útvonal felderítésnél a terepkutatók alkalmazására, a program a pontos megjelenítésével kiváló lehetőséget nyújt. Tűzcsoporthoz szinthez képest itt fontosabb elem a harc vezetése a rajparancsnok részéről, valamint a felfelé történő jelentési rendszer. Alárendeltek, tűzcsoporthoz parancsnok részéről a behatásokra való reagálás után a közlés, a harc felvétele, a rajparancsnok utasításának megfelelő tevékenység, utána pedig a jelentések továbbítása. Járműves gyakorlásnál a biztosított mozgás, a deszanttal végrehajtott mozgás, a harcba való bekapcsolódás vagy az abból való kivonás, amely alap elvárás ezen a szinten.

Szakasz szinten a parancsnoki gyakorlások kerülnek előtérbe, hiszen az egyéni harcos gyakorlás megtörtént a felkészítés elején, majd tűzcsoporthoz és raj szinten. A feladatokat és a végén az értékeléseket is ehhez kell igazítani. A függelmi viszonyok ezen a szinten bár egyértelműek, de akár a feladat vagy a szervezet specifikuma miatt (járműves, gyalogos, kap-e megerősítést) ezeket feladat megkezdése előtt érdemes pontosítani a. Több fegyver, eszköz megjelenése esetén szintén meg kell határozni, hogy például a távcsöves puskás vagy a kézi páncéltörő eszköz kinek az alárendeltségébe kerül, ki felel a tűztámogató csoportért, stb. Ezek természetesen nem csak feladat szerint, hanem adott incidensnek köszönhetően is változhatnak. Az alakzatok begyakorlására itt nagyobb hangsúlyt fektessünk, mint tűzcsoporthoz szinten. Másik lényeges szempont a manőverek összehangoltsága, rálövés, robbantás esetén a rajok feladata. A manőverek végrehajtásánál itt már előtérbe kerül a különböző jelekre történő reagálás (a program biztosította rádió keresztül) és a mozgások álcázása füsttel, az ellenség bénítása könnygázzal, egyéb nem halálos fegyverekkel. A tűztámogató csoportnál a programnak köszönhetően jobban (és biztonságosabban) be lehet gyakorolni, hogy mikor kerüljön sor tűzáthelyezésre, tűzbeszüntetésre, átlövésre, hova kérje a parancsnok az aknavető tüzet vagy a becsatlakozott ERICS-es (Előretolt Repülésirányító Csoport) segítségével a közvetlen légi támogatást. A kiképzendők így a gyakorlatban ismereteket szerezhetnek a légi műveletek korszerű értelmezéséről.<sup>6</sup>

Értékelendő szempont szakasz szinten, hogy a feladat végrehajtása után mennyi idő alatt és milyen hatékonyan hajtják végre az újjászervezést és állnak készen a következő feladat végrehajtására. Alap feladatok és szituációk gyakorlása után (ne felejtjük el, ideális esetben a tűzcsoporthoz és a raj szint is kellőképpen begyakorolt) minél több, összetettebb és egymás után következő feladatok végrehajtását kaphatják meg, hogy a parancsnoki szint lehetőséget kapjon

---

<sup>6</sup> Krajnc Zoltán: A légierő alkalmazásának alapkérdései, Új Honvédségi Szemle, 2005/7.,



a gyakorlásra. A feladatot végrehajthatják egy erdős terepről megérkezve a lakott településre, onnan a feladatot befejezve egy járőr végrehajtásával alakíthatnak ki egy ellenőrző-áteresztő pontot. Harcjárműves végrehajtást már csak korábbi, szakasz szintű gyakorlások után tervezzünk, azok összetettsége miatt. Alap feladatok végrehajtása után a szakaszt különböző megerősítésekkel érdemes vizsgáztatni (ERICS, tűzérési megfigyelő, stb.). Sikeres végrehajtás után, az újjászervezést követően érdemes következő feladattal terhelni a parancsnoki állományt, ahogyan az a valóságban is megtörténhetne. Ezt szintén tovább éjszakai végrehajtással és több szakaszok együttműködésével lehet, és érdemes még fokozni.

A kiértékelés rész a szakasz szintnél a legfontosabb, a legnagyobb hangsúlyt a parancsnoki értékelésnek kell szentelni. Amennyiben 1-2 harcos, tűzcsoporthoz vagy esetleg raj miatt nem sikerülne a szakasz szintű feladatok, abban az esetben érdemes az adott csoportot kiemelni és tovább folytatni a korábbi gyakorlásaikat. Lényeges szempont, hogy egyszerűbb, könnyebben begyakorolható feladatokat hajtsanak végre, majd több adott szintű gyakorlás után térjen csak át az adott csoport a nehezebb, bonyolultabb feladatra.

#### *Fejlesztési lehetőségek*

Irányíthatóság területén a kisebb alegységek, csoportok fejlesztésére még nagy szükség van. Felhasználás során a kezelő (pl.: egy járműben) egyszerre egy funkciót tud betölteni, mint vezető vagy parancsnok, toronylövész, stb. A többi szerepkört a gépre kell bízni, mely a kiképzés szempontjából kevésbé előnyös.

A non-verbális kommunikáció, kézjelek hiánya területén sok fejleszteni való hiányosság fedezhetőek fel.

Érdemes kiemelni azonban a költséghatékonyságot leginkább a tűzérési, légi eszközöket tekintve, hiszen a valóságban manapság ezek gyakorlásához ritkán adódik lehetőség.

Nagyobb alegységek bevonása esetén (maximum század szint), a gép által irányított saját erők sokrétűbb fejlesztése szükséges, úgy, mint a megjelölt „tűztámogató” funkció, hiszen sok esetben egyelőre a gép nem reagál valósághűen.

A program rendszeresítése esetén nagyon fontos lenne, hogy minden katonai alakulatnál (hasonlóan a többi szimulációs programhoz) megtalálható legyen a szoftver, hiszen a rendszer egyik lényege az összekapcsolódás és a különböző alegységek közös végrehajtása lenne. Rendszerbe állítása esetén nemzetközi hálózatokhoz lehetne csatlakozni, részt lehetne venni többnemzeti virtuális gyakorlásokban.

A továbbiakban döntnöki rendszer kialakítása, szabályok tisztázása szükségeltetik az objektívebb használatosságához. A programot valós gyakorlásokkal összekötni is szükséges

lenne, fejlett AAR rendszere megkönnyítené a valós gyakorlások értékelését és hozzájárulhat a program fejlesztéséhez.

Programozható némely a való élet által is generálható hiba, mint pl: jármű meghibásodás, akadály, de továbbra sem lehet ezektől eltérő, bonyolultabb eshetőséget generálni, amelyeket viszont a való élet produkál. Ez szintén egy olyan terület, amely folyamatos fejlesztés alatt áll, azonban a hibái sosem lesznek teljesen kiküszöbölve, ezért sosem fogja teljesen kiváltani a valós gyakorlásokat.

Nagyban hozzájárulhatna ehhez, korábbi valós bevetések felvitele, hiszen számtalanról készült már videofelvétel, készültek beszámolók, műhold felvételek, melyek alapján rekonstruálható lenne, és ezzel elemezhetővé válhatna, hogy milyen hibák, körülmények vezettek a küldetés esetleges kudarcához.

### *Összegzés*

A rendszer nagy előnye, hogy foglalkozik olyan, alapvetően katonai kiképzési sajátosságokkal, mint a tájékozódás, éjjellátó használata, alakzatok, döntés előkészítés. Nemcsak a tanulásban, gyakorlásban segít, hanem fejleszti a gondolkodást, kommunikációs képességet és segít helyes döntésmeghozatalába, visszanevezésében és kiértékelésében.

A szoftver teljes körű korszerűsített képzési lehetőségeket nyújt a felhasználók számára. Ez elsősorban az egyes harcos és kis alegység szinten nyújt nagy előnyöket (fegyverhasználat, harcjárműbe szállás/kezelés, mozgásmódok, alakzatok). Lehetővé teszi a csapatoknak, hogy gyakoroljanak mindent néhány résztvevővel, csapat manővereket nagy létszámmal, többoldalú ütközet esetén pedig több száz felhasználó bevonásával.

A rugalmas Bevetés Utáni Kiértékelés (After Action Review) rendszer segíti a felhasználók felmérését, hiszen az akciók rögzíthetőek, visszanevezhetőek, több szemszögből engedi megvizsgálni egy-egy döntés megalapozottságát.

A valósághű szimulációt több beépített tényező teszi lehetővé, némelyike automatikus, némelyik előre vagy akár menet közben változtatható, mint például a virtuális személyek fáradtsága, napszak, időjárás váltakozása.

A program nem kifejezetten fegyverek alkalmazására, használatuk gyakorlására készült, de erre is használható.

A taktikai gondolkodás fejlesztéseként vagy bevetés előtti begyakorláshoz használva a VBS3 lehetővé teszi a felhasználók számára virtuális gyakorló területen a harcászati helyzetek gyakorlását, lőszerfelhasználás, üzemanyag felhasználás, esetleges sérülések, valamint a drága felszerelési tárgyakban jelentkező járulékos károk keletkezése nélkül.

A VBS3 a különböző képzési helyzeteket tekintve sokoldalú lehetőségeket kínál. A szoftver lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy több kiképzési területet is használjanak.

A program tehát képes arra, hogy az adott nemzet katonái önállóan, csoportosan, vagy közös hálózatban más nemzetek katonáival együttműködve átcsoportosítások nélkül, akár bonyolult, valóságot megközelítő körülmények között hajtsanak végre komplex harcászati feladatot. Véleményem szerint ezen tulajdonságai miatt a VBS3 szimulációs rendszer sikeresen adaptálható a szakaszparancsnokok harcászati felkészítésének rendszerébe<sup>7</sup>.

### *Felhasznált irodalom*

1. Krajnc Zoltán: A légierő megváltozott szerepe a 21. század hadviselésében, Budapest, Geopolitikai Tanács Közhasznú Alapítvány, 2006, 74 p. (Műhelytanulmányok 7.)
2. Krajnc Zoltán: A légierő alkalmazásának alapkérdései, Új Honvédségi Szemle, 2005/7., pp. 87 – 98.
3. A Magyar Honvédség szárazföldi haderőnemének harcszabályzata IV. rész szakasz, raj, kezelőszemélyzet, honvéd. A Magyar Honvédség kiadványa 2012.
4. Boldizsár Gábor: Paratroopers in future operations, Security and Defence Quarterly 2014:(2) pp. 46-62. (2014)
5. Boldizsár Gábor: A 21. század komplex műveleti környezete és hatása a katonai képességekre, In: Krajnc Zoltán (szerk.), A katonai vezetői-parancsnoki (harcászati vezetői) kompetenciák fejlesztésének lehetséges stratégiája. 241 p. Budapest: Nemzeti Közszerződési Egyetem, 2014. pp. 15-46 Magyar Honvédség: Katonai tereptan (Ált/204). Bp., 1991.
1. Bohemia Interactive Simulations: VBS3 Administrator Manual (Version 3.6.0). 2014.
2. Bohemia Interactive Simulations: VBS3 User Manual (Version 3.6.0). 2014.
3. Bohemia Interactive Simulations: VBS3 Editor Manual (Version 3.6.0). 2014.
4. Csengeri János: A légierő specifikus vezetői kompetenciái, kialakításuk lehetséges metodikái, fejlesztésének javasolt módszerei a vezetői képzésben. In: Krajnc Zoltán (szerk.): A katonai vezetői-parancsnoki (harcászati vezetői) kompetenciák fejlesztésének lehetséges stratégiája. Budapest: Nemzeti Közszerződési Egyetem, 2014. pp. 83-94. ISBN:978-615-5305-67-2

---

<sup>7</sup> Csengeri János: A légierő specifikus vezetői kompetenciái, kialakításuk lehetséges metodikái, fejlesztésének javasolt módszerei a vezetői képzésben. In: Krajnc Zoltán (szerk.): A katonai vezetői-parancsnoki (harcászati vezetői) kompetenciák fejlesztésének lehetséges stratégiája. Budapest: Nemzeti Közszerződési Egyetem, 2014. pp. 83-94. ISBN:978-615-5305-67-2

## ***Derzsényi Attila: A különleges jogrend szerinti beszerzések főkérdései<sup>1</sup>***

### *Előszó*

A különleges jogrend időszakában is kiemelt szempont a védelmi képesség megteremtése és fenntartása, amelyre való felkészülés már a normál időszakban megkezdődik. A védelmi hatékonyság érdekében a részt vevő szervezetek részére az igényeket a lehető legrövidebb idő alatt szükséges biztosítani.

A logisztika feladata, hogy bizonyos források, alapanyagok, melyek lehetnek energiahordozók, eszközök, tárgyak, élőlények, személyek, de akár információk is, megtervezze annak áramlását, szállítását, s mindezek irányítását, illetve ellenőrzését. A logisztikának ehhez kell megteremtenie a szükséges erőforrásait, hogy ezeket a folyamatokat minél gyorsabban, eredményesebben, és hatékonyabban véghezvigye. A minősített időszakban a tervezésre már nem áll rendelkezésre elegendő idő. A rendkívüli állapot, szükségállapot, megelőző védelmi helyzet, váratlan támadás, veszélyhelyzet során a békeidőszakban hatályos közbeszerzési szabályok azonban nem érvényesülhetnek. Az ellátási lánc - időszükséglet szempontjából - kritikus eleme a beszerzés speciális szabályok alapján kerülhet lefolytatásra.

A hazai tudományos szakirodalom részletesen foglalkozik a békeidőszaki, ezen belül is főleg a civil logisztikát érintő beszerzésekkel. A magyar honvédség logisztikai doktrínája elsősorban a műveleti (szövetségesi) elveket követi. A honvédség beszerzése – mint a katonai logisztika része – azonban az Európai Unió közigazgatására került kialakításra. A közbeszerzés – mint a közigazgatási logisztika része – jogszabály által részletesen szabályozott, amely azonban főleg az Európai Unió területére, és a közpénzből finanszírozott tevékenységekre terjed ki. Véleményem szerint a beszerzés csak a megfelelő logisztikai rendszerben működhet, nem keverhető a közigazgatási, civil, vagy műveleti (katonai) logisztikai rendszerekben<sup>2</sup>, A normál időszaktól eltérő logisztikai ellátásra, ezen belül is a beszerzési kérdésekre kevés figyelmet szentelnek. Annak érdekében, hogy a különleges jogrend szerinti ellátási lánc hatékonyan működjön, célszerűnek tartom összefoglalni azon elveket, amelyek segítségével ismereteket szerezhethetünk, és ezáltal felkészülhetünk a különleges jogrendben történő beszerzési tevékenységre.

*„A beszerzés olyan tevékenység, amely alapvetően hatással van egy-egy szervezet, a szervezeteken keresztül egy-egy nemzet biztonságára, és közvetlenül hat a globális gazdaság*

---

<sup>1</sup> „Az ellátási lánc, mint kritikus infrastruktúra” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> A különböző logisztikai rendszerek egymással kapcsolódnak, azonban egyes elemeinek más rendszerbe történő illesztése hatással van a teljes folyamatra.

*működésére. Ebben a tekintetben el kell fogadnunk, hogy a beszerzés problémakörét kiemelten a különleges jogrendben biztonságosítani kell, ezért kijelenthető, hogy a beszerzés tartalma a kritikus infrastruktúra szerves részét kell képeznie.”<sup>3</sup>*

### *Logisztika tagozódásának megfelelő beszerzés*

A békeidőszak hatékony beszerzési eljárása sok tényezőtől függ <sup>4</sup>, azonban különleges jogrend időszakában a megváltozott környezeti tényezők további nehézséget jelentenek. Ide értem a piaci szereplők számának csökkenését, az eljárási határidők hónapokról napokra, sőt órákra történő lecsökkentését, a mennyiségi igények minőségi követelmények rovására történő kielégítését. Felmerül a kérdés, hogy különleges jogrend időszakában az alapanyag gyártók, beszállítók, ipari létesítmények, gyárak, kereskedelmi áruházak és egyéb elosztó rendszerek rendelkezésre fognak –e állni, és érvényesülni kell –e a közbeszerzési alapelveknek<sup>5</sup>? Másrészt kérdés az is, hogy a minősített időszakra történő felkészítésre való hivatkozással már békeidőben megengedett –e közbeszerzési alapelvek figyelmen kívül hagyása?

Azon szervezetek részére, amelyeknek feladata a különleges jogrend szerinti tevékenység, már a felkészülés időszakában lehetősége van eltérni a békeidőszaki beszerzési szabályoktól, azaz a törvény felmentést ad, vagy enyhíti a szigorú szabályokat. A felkészülés időszakában kell kialakítani azokat a koncepciókat, amelyek alapján a minősített időszak logisztikai elvei érvényesülnek: a szükségletek megfelelő helyen, időben, megfelelő minőségben, mennyiségben, megfelelő áron kerüljenek biztosításra.

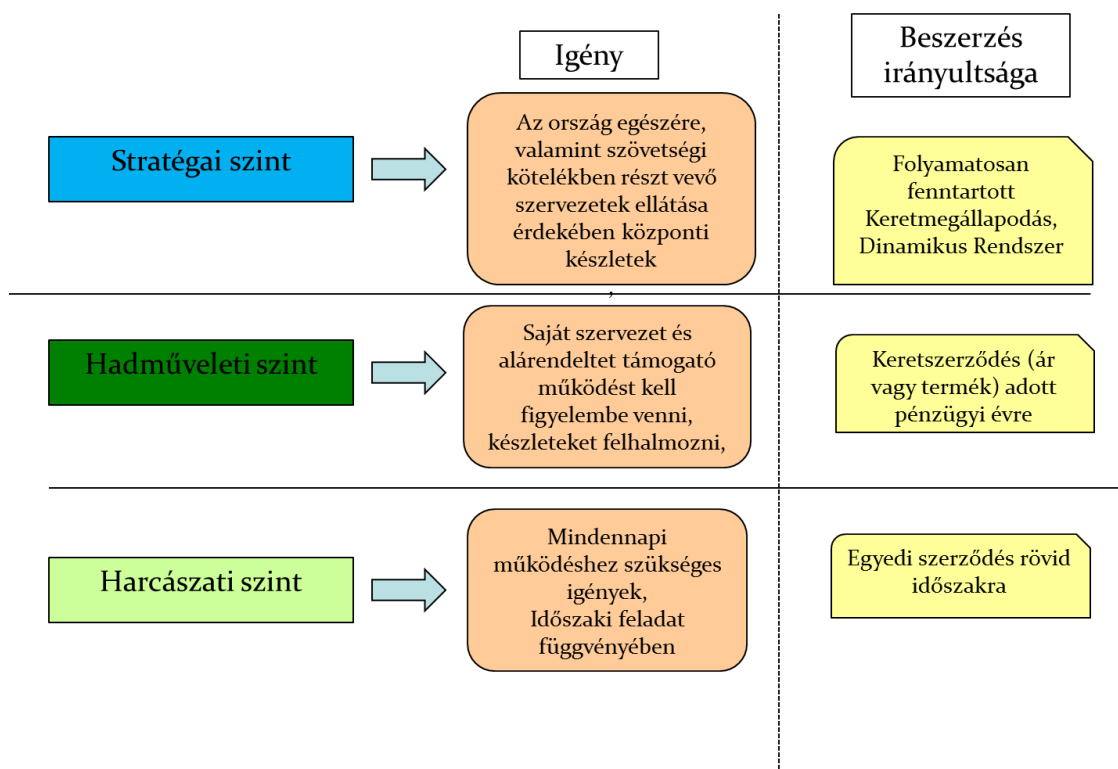
A logisztika hármas tagozódása a beszerzési koncepciók kialakításánál is megfigyelhető. (1. sz. ábra) Habár a civil logisztika szerinti operatív, taktikai stratégiai szint is hasonló elven működik<sup>6</sup>, a közpénzek felhasználása során eltérő – jogszabály által körülhatárolt – beszerzési szabályokat kell figyelembe venni. Kutatásom során összevettem az egyes szintek tényleges igényeit, valamint azon eljárásmodokat, amelyekkel a beszerzés lefolytatható.

<sup>3</sup> Horváth Attila: Nyilvánosság és térjellemzők a létfontosságú rendszerelemek védelmében, Fejezetek a létfontosságú közlekedési rendszerelemek védelmének aktuális kérdéseiről. Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2014. pp. 7-26., (ISBN:978-615-5305-30-6)

<sup>4</sup> Derzsényi Attila: Eljárási határidők a beszerzésben (Hadmérnök VII.:(2) pp. 221-229. (2012))

<sup>5</sup> A verseny tisztasága, átláthatósága, nyilvánossága; esélyegyenlőség, egyenlős bánásmód, jóhiszeműség, tisztesség, rendeltetésszerű joggyakorlás; hatékony és felelős gazdálkodás a közpénzek felhasználása során.

<sup>6</sup> Szervezés és Logisztika tankönyv 2007 (ISBN 978-963-9732-69-8 pp 101-102)



1. számú ábra: Logisztikai szinteknek megfelelő beszerzés (Saját készítésű ábra)

A harcászati (taktikai) szinten a mindennapi működéshez szükséges igények kerülnek megfogalmazásra, ezáltal olyan beszerzési megoldási módokban érdekeltek, amelyek a konkrét igényeket elégítik ki. Ez lényegében a gyors pályázati eljárások<sup>7</sup> lefolytatásával rövid időszakra vonatkozó egyedi szerződések megkötését jelenti. A pályáztatási eljárásnak előnye, hogy igazodik a konkrét feladatokhoz, a kisebb cégek is alkalmasak a feladat végrehajtására.<sup>8</sup> A katonai logisztikában ez lényegében az adott katonai szervezet részére előírt alapkészlet folyamatos biztosítását jelentheti.

Hadműveleti szinten már több szervezet működését kell figyelembe venni, készleteket felhalmozni, amely megerősítésként szolgál az alárendelt szervezetek feladataihoz. A beszerzés során nem érvényesülnek az „ad-hoc” jellegű beszerzési elvek. Olyan keretszerződésekre van szükség, amelyek hosszabb távon biztosítják a béke és minősített időszaki igényeket. Az egyik megközelítés szerint meghatározott értékre célszerű keretszerződést kötni, hiszen ez adott a költségvetésben. A termékeket, szolgáltatásokat a költségkeret kimerüléséig lehet „rendelni”. Amennyiben váratlan plusz igényünk keletkezik, még lehetőség van a keretösszeg

<sup>7</sup> Legalább három potenciális pályázó megszólításával, egyszerű alkalmassági követelmények figyelembe vételével.

<sup>8</sup> A közpénzek felhasználásával kötött szerződések során a teljesítést követő 15-30 napon belül történik a pénzügyi kifizetés, amely egy hosszabb időszakban nagyobb megterhelést jelent a kis és középvállalkozások számára.

megemelésére. Másik módszer szerint a termékek mennyisége adja a keretet, vagyis annyi terméket lehet maximálisan „megrendelni”, amennyi a keretszerződésben szerepel. A hadműveleti szintű beszerzési gondolkodás tehát már olyan szerződések megkötését jelenti, amely hosszabb távon, rugalmasan kezeli a felmerülő igényeket.

Stratégiai szinten az ország egészére, sőt katonai vonatkozásban az országhatáron is átnyúló<sup>9</sup> logisztikát kell megszervezni, valamint a logisztikai rendszernek minősített időszakban is képesnek kell akadálytalanul működnie. Nemzetgazdasági érdek alapján számos stratégiai megállapodások kötöttek. A beszerzés vonatkozásában olyan szerződések megkötése szükséges, melyek folyamatosan, időszaktól függetlenül, rugalmasan, a lehető legtöbb gazdasági szereplő bevonásával nyújt ellátást. A beszerzési eljárások eredménye lehet keretmegállapodás, vagy akár dinamikus beszerzési rendszer alkalmazása, vagy kialakított előminősítési rendszer is. Alapelv itt is a gazdaságosság, vagyis egy szűkített, előzetesen alkalmasnak talált cégek versenyhelyzetének kialakítása, folyamatos fenntartása. A stratégiai szinten alkalmazott beszerzési eljárás módok alapján kialakított megállapodások nem jelentenek tényleges, „fix” megrendelési kötelezettséget. Tekinthejtük egy „quasi” kapacitás fenntartásra irányuló szándéknak, amely akár köthető kizárólag minősített időszakra vonatkozóan is.

A katonai beszerzéssel összefüggő kutatásom során<sup>10</sup> éppen arra hívtam fel a figyelmet, hogy a honvédség jelen békeidőszakban is olyan speciális beszerzési eljárási típusokat alkalmaz, amely más államigazgatási szervek vonatkozásában különleges jogrend idején alkalmazható, sőt alkalmazandó. A honvédség olyan különleges helyzetben van, hogy a békeidőszaki Európai Unió irányelvekre épülő beszerzési szabályokon<sup>11</sup> túl a békefenntartásban való részvétele vagy külföldi hadműveleti területen végzett humanitárius tevékenysége során speciális szabályokat alkalmaz.

A katonai beszerzést a Honvédség alaprendeltetésű feladatai teszik különlegessé, speciálissá. A Honvédség részére az Alaptörvény rendkívül összetett feladatokat határoz meg, így nemcsak hazánk területén fegyveres katonai feladatok ellátását, hanem országhatáron kívüli és belüli fegyver nélküli kötelezettségeket is meghatároz:

- Magyarország függetlenségének, területi épségének és határainak katonai védelme;
- Nemzetközi szerződésből eredő közös védelmi és békefenntartó feladatok ellátása;
- Nemzetközi jog szabályaival összhangban humanitárius tevékenység végzése.

---

<sup>9</sup> Szövetségi kötelékben részt vevő szervezetek ellátása érdekében.

<sup>10</sup> Valamint a témában írt cikkeimben is

<sup>11</sup> A közbeszerzési törvény, honvédelmi és nemzetbiztonsági érdekeket érintő beszerzésekről szóló kormányrendeletek

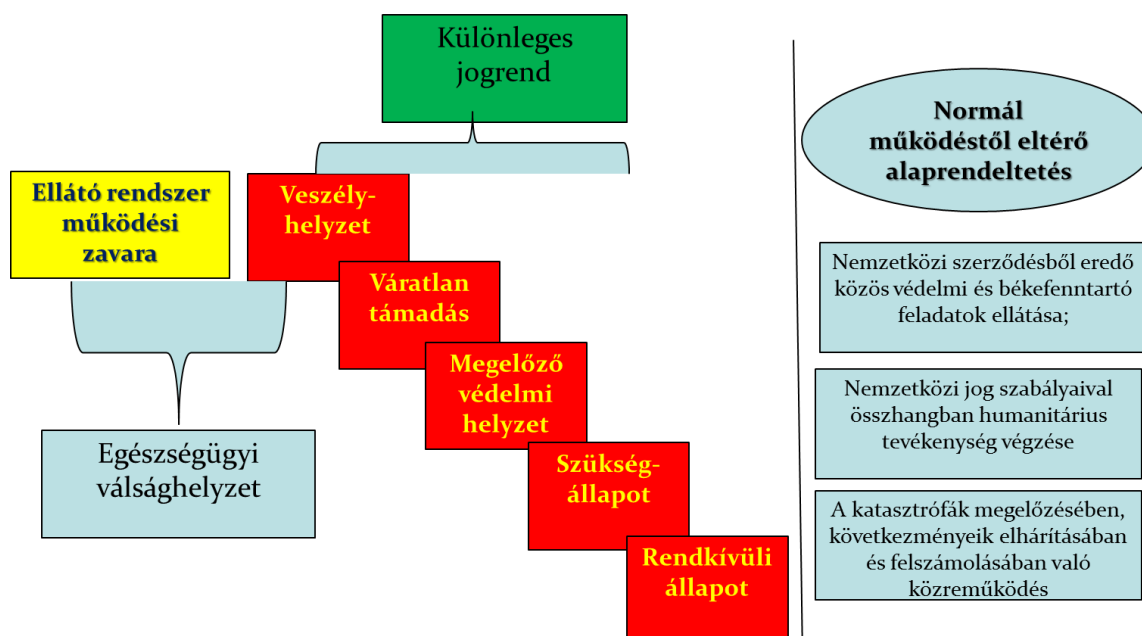
- A katasztrófák megelőzésében, következményeik elhárításában és felszámolásában való közreműködés.

A Honvédségnek a fenti törvényi kötelezettségeinek ellátása érdekében – béke és különleges jogrend időszakában is - rendelkeznie kell a szükséges személyi állománnyal, eszközökkel, anyagokkal, valamint olyan szolgáltatásokkal, melyeket saját erőből nem képes biztosítani.

Az eltérő időszakok, minősített helyzetek másfajta logisztikai rendszert feltételeznek (békeidőszaktól eltérő szervezetek alakulnak, speciális jogkörökkel).

### *Normál időszaktól eltérő helyzet*

A minősített időszaki beszerzés kérdéskörének vizsgálata előtt célszerűnek tartom bemutatni ezen időszakok sajátosságait.(2. sz. ábra).



2. sz. ábra: Normál időszaktól eltérő jogrend (Saját készítésű ábra)

Az Alaptörvény<sup>12</sup> részletesen taglalja a veszélyhelyzet, váratlan támadás, megelőző védelmi helyzet, szükségállapot, rendkívüli állapot definiálását, valamint ezekre vonatkozó feladatokra számos törvény nyújt támpontot. Kiemelném azonban az egészségügyi válsághelyzet fogalmát, mely alatt sokan olyan helyzetet értenek, amely az egész ország lakosságának egészségügyi helyzetét veszélyeztetik (betegségek, járványok, fertőzések).

<sup>12</sup> Magyarország Alaptörvénye



### *Beszerezés a különleges jogrendben*

**Egészségügyi válsághelyzet idején** a Kormány gondoskodik az Állami Egészségügyi Tartalék folyamatos pótlásának költségvetési fedezetéről, amelyhez szükséges forrásokról utólag el kell számolni. Ez esetben az eszközök és anyagok beszerzése nem tartozik a közbeszerzésekre vonatkozó rendelkezések hatálya alá.<sup>13</sup>

**A katasztrófa és a katasztrófaveszély időszakában** a közbeszerzési törvényt, ezáltal a szigorú szabályokat nem kell alkalmazni a katasztrófa károsító hatása által érintett területre vonatkozóan; valamint szükség- vagy veszélyhelyzet esetén az állatok járványos megbetegedése, a súlyos ipari vagy közlekedési baleset okozta kár, vízkár, illetve vízminőségi kár közvetlen megelőzése, elhárítása, védekezési készség vagy az azt közvetlenül követő helyreállítás érdekében történő beszerzésre uniós értékhatárig.

A Honvédség, mivel „csak” felkérés alapján vesz részt a katasztrófavédelmi helyzetben, részére ez a központi készlet nem biztosított. A Honvédség, amelynek alapfeladata a katasztrófák megelőzésében, következményeik elhárításában és felszámolásában való közreműködés, önálló készletekkel rendelkezik.

Az egyéni védőeszköz készlet, illetve tartalékkészlet a katonai szervezeteknél, továbbá a központi készletek a központi ellátó szervezeteknél kerülnek megalakításra. Védekezés időszakában az egyéni készletek a központi készletből kerülnek pótlásra, az időjárási viszonyoktól függő védőeszköz (pl. szúnyogriasztó, naptej, kézkrém) kiosztásáról az illetékes megyei katasztrófavédelmi igazgató intézkedik.<sup>14</sup>

Az Alaptörvény alapján a különleges jogrend időszakában elrendelhető a közbeszerzési szabályok felfüggesztése:

- A Kormány jogosult a **veszélyhelyzetben, váratlan támadás esetén, a megelőző védelmi helyzet** idején rendeletet alkothat, amellyel - sarkalatos törvényben meghatározottak szerint - egyes törvények alkalmazását felfüggesztheti, törvényi rendelkezésektől eltérhet, valamint egyéb rendkívüli intézkedéseket hozhat.
- **Szükségállapot** idején a köztársasági elnök alkot rendeletet, melyben az egyes törvények alkalmazását felfüggesztheti, törvényi rendelkezésektől eltérhet, valamint egyéb rendkívüli intézkedéseket hozhat.

---

<sup>13</sup>Az egészségügyről szóló 1997. évi CLIV. törvény

<sup>14</sup> A Honvéd Vezérkar logisztikai csoportfőnökének 4/2013. (HK 11.) HVK LOGCSF szakutastása a katasztrófavédelmi feladatok logisztikai támogatásának megtervezéséről és végrehajtásáról

- **Rendkívüli állapot** idején a Honvédelmi Tanács alkot rendeletet, melyben egyes törvények alkalmazását felfüggesztheti, törvényi rendelkezésektől eltérhet, valamint egyéb rendkívüli intézkedéseket hozhat.

Az egyes rendeletek tervezetét már békeidőben, azaz a felkészülés időszakában kell elkészíteni az illetékes szervezeteknek.

Álláspontom szerint a Honvédség vonatkozásában a jelenlegi beszerzési rendszert (központi és csapat beszerzés) célszerű alkalmazni minősített időszakban is.

A központi beszerzések vonatkozásában stratégiai szintű igény támasztása (feladatszabás) alapján a hadműveleti szintnek kell összegyűjteni, tervezni a harcászati szintű igényeket.

A harcászati szintű igények minőségi és mennyiségi mutatói alapján a lehető legrövidebb időn belül piackutatást szükséges végezni, azaz felmérni a beszállítói lehetőségeket. Amennyiben a felkészülés időszakában – hasonlóan a NATO beszerzési elvekkel – már rendelkezünk a potenciális beszállítókra, illetve azok elbíralt alkalmasságára vonatkozó adatbázissal, ez a hosszadalmas, időigényes folyamat kiküszöbölhető.

Kritikus eleme a beszerzésnek az élettartam menedzsment szemléletű igénytámasztás, melynek során olyan paramétereket kell meghatározni, mellyel biztosítható a beszerezni kívánt eszközök rendszeresítése, fenntartása, működtetése. Természetesen ezen feladatok már nem harcászati szinten jelennek meg, így az egységes műszaki követelmény a hadműveleti, vagy stratégiai szinten kerül véglegesítésre. A minősített időszakban az ellátó rendszerbe bekerült anyagoknak, eszközöknek kiemelt védelmet kell biztosítani.

Példaként az általam sokszor említett<sup>15</sup> élelmiszerekkel elkövethető terrorfenyegetést említem:

A honvédségi ellátási folyamatba az ételek minősége kiemelt figyelmet érdemel, hiszen rossz, fertőzött alapanyagok, rosszul tárolt ételek fogyasztása a honvédség alaprendeltetési feladatának biztosítását veszélyezteti. Napjaink nemzetközi biztonsági környezetében az élelmiszerellátási láncban is fel kell készülni a terrortámadások elleni védelemre, amely a katasztrófák, a gondatlanságból, vagy szándékosan elkövetett ételmérgezések állat- és közegészségügyi, társadalmi, politikai és egyéb következményei felszámolásában nyújt segítséget.

*„A terrorcsoportok szemszögéből nézve az élelmiszerlánc elemeit könnyű pusztítani. Az ún. modernkori terrorizmus története szerencsére nem bővelkedik ilyen célpont elleni*

---

<sup>15</sup> Derzsényi Attila: Az élelmiszer ellátás hatékonyságának elemzése HADMÉRNÖK VII.:(4) pp. 38-49. (2012)

*terrortámadásokkal. Az élelmiszer és vízellátás sérülékenysége miatt azonban ennek kockázatát komolyan kell venni.”<sup>16</sup>*

A beszerzett eszközöket a Magyar Honvédség központi anyagellátó szervezetéhez szükséges beszállítani, ahol központilag kialakítható a minőségbiztosítással, szükség esetén a laboratóriumi bevizsgálással kapcsolatos tevékenységek.

A minősített időszak katonai feladatok ellátása érdekében, a védelmi tevékenység folytatásához meghatározott esetekben harcászati szinten is célszerű megadni a beszerzési jogkört. Ilyen eset, amikor központi ellátás határidőre nem képes biztosítani az igényeket. A harcászati szintű beszerzés azonban kizárólag a napi életvitelhez szükséges anyagokra terjedhet ki, hiszen lőszer, robbanóanyag, fegyverzet beszerzése a helyi beszállítóktól amúgy sem lehetséges. Az ilyen típusú beszerzések során már a pénzügyi ellenszolgáltatásra a helyszínen nincs lehetőség, a központi ellátás részére kerül a fedezet biztosításra. A harcászati szintű beszerzés során kizárólag átvételi elismervényen, vagy beszolgáltatási jegyen igazolható a teljesítés ténye.

#### *Következtetések*

A tanulmányomban felvettem egy kérdést, ami szerint, ha a Magyar Honvédség logisztikai doktrínája elsősorban a műveleti (szövetségesi) elveket követi, akkor a honvédség beszerzésére az Európai Unió közigazgatására kialakított szabályozása hogyan alkalmazható. Felvázoltam, hogy a honvédség alaprendeltetésű feladatrendszere nem a békeidőszaki ellátást igényli, a szövetségesi, nemzetközi katonai feladatok inkább a minősített időszak ellátására épül. A minősített időszak ellátás megszervezését, tervezését már normál időszakban meg kell kezdeni, és a békeidőszaki ellátásra építeni. Mind normál időszakban, mind különleges jogrendben katonai vezetési szintenként eltérő igények keletkeznek, ezek eltérő beszerzési eljárasmódokat is jelentenek. Az ellátási lánc szempontjából a beszerzés kritikus elemei a megfelelő minőség biztosítása, az eljárási határidők minimálisra történő csökkentése, a stratégiai szintű élettartam menedzsment kialakítása.

A katonai logisztikában alkalmazott „pull” típusú elvek a beszerzésben nem érvényesülnek. Minősített időszak felkészülés során a szükséges készletekre, ill a szerződésekre vonatkozó elgondolás a stratégiai szinten kerül meghatározásra.

---

<sup>16</sup> Dr. Horváth Attila: „Az élelmiszerellátási lánc kritikus infrastrukturális, terrorfenyegetettségének jellemzői” (Hadmérnök: IV. Évfolyam 2. szám - 2009. június) pp.437-449;  
Forrás:[http://www.hadmernok.hu/2009\\_2\\_horvatha.php](http://www.hadmernok.hu/2009_2_horvatha.php) (letöltés ideje: 2014. 11.07.)

A közigazgatás által előírt jelenlegi beszerzési rendszer – amely a rendelkezésre álló költségvetési fedezetre konkrét igény alapján lefolytatott piackutatásra és hosszadalmas eljárási határidőre épül – minősített időszakban nem alkalmazható. A NATO szövetségi rendszer által alkalmazott beszerzési megközelítés – a prognosztizált igényre épülő, folyamatosan nyitott minősítési rendszert követő gyors eljárás – különleges jogrendben hatékonyan alkalmazható.

Az Európai Unió által megengedett dinamikus beszerzési rendszer – ugyan rövidebb időtartamra, de – szintén alkalmazható lenne, azonban Magyarországon a rendszer még nem került kiépítésre, bevezetésre. A honvédségnek azonban kellő tapasztalata van ilyen típusú elvek alkalmazására, működtetésére, tekintettel arra, hogy a NATO Biztonsági Beruházási Programhoz kapcsolódó beszerzések már ilyen típusú rendszerben kerülnek lefolytatásra.

#### *Felhasznált irodalom*

1. Derzsényi Attila: Az élelmiszer ellátás hatékonyságának elemzése HADMÉRNÖK VII.:(4) pp. 38-49. (2012)
2. Derzsényi Attila: Eljárási határidők a beszerzésben (Hadmérnök VII.:(2) pp. 221-229. (2012))
3. Derzsényi Attila: Katonai légiszállítási képesség: (Logisztika előtt álló feladatok és azok lehetséges megoldásai) HADMÉRNÖK IX:(1) pp. 40-56. (2014)
4. Derzsényi Attila: Keretmegállapodásos eljárás alkalmazása a honvédségi ellátásban, KATONAI LOGISZTIKA 21:(1) pp. 35-48. (2013)
5. Horváth Attila: „Az élelmiszerellátási lánc kritikus infrastrukturális, terrorfenyegetettségének jellemzői” (Hadmérnök: IV. Évfolyam 2. szám - 2009. június) pp.437-449
6. Horváth Attila: Nyilvánosság és térjellemzők a létfontosságú rendszerelemek védelmében, Fejezetek a létfontosságú közlekedési rendszerelemek védelmének aktuális kérdéseiről. Budapest: Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 2014. pp. 7-26., (ISBN:978-615-5305-30-6)
7. NATO Logisztikai Kézikönyv (1998.) p. 197
8. Szegedi Zoltán - Prezenszki József: Logisztika-menedzsment Kossuth Kiadó, Budapest, 2008. ISBN: 9789630959124
9. Szervezés és Logisztika tankönyv 2007 (ISBN 978-963-9732-69-8 pp 101-102)
10. Széchenyi István Egyetem- Logisztikai és Szállítványozási Tanszék: Beszerzési logisztika (letöltés ideje: 2014. november 10.)  
<http://www.sze.hu/~hirko/web/Log1%20%28Egyetem%29/Beszerz%E9si%20logisztika.pdf>

#### *Hivatkozott jogszabályok*

1. Az Európai Parlament és Tanács 2014/24/EU irányelve(eur-lex.europa)
2. A honvédelem és biztonság területén egyes építési beruházásra, árubeszerzésre és szolgáltatásnyújtásra irányuló, ajánlatkérő szervek vagy ajánlatkérők által odaítélt

szerződések odaítélési eljárásainak összehangolásáról, valamint a 2004/17/EK és 2004/18/EK irányelv módosításáról szóló az Európai Tanács és Parlament 2009/81/EK irányelve (eur-lex.europa)

3. Magyarország Alaptörvénye(Complex jogtár)
4. A közbeszerzésekről szóló 2011. évi CVIII. törvény
5. A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény(Complex jogtár)
6. Az egészségügyről szóló 1997. évi CLIV. törvény(Complex jogtár)
7. Az egészségügyi válsághelyzeti ellátásról szóló 521/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet(Complex jogtár)
8. A védelem terén alapvető biztonsági érdeket érintő, kifejezetten katonai, rendvédelmi, rendészeti célokra szánt áruk beszerzésére, illetőleg szolgáltatások megrendelésére vonatkozó sajátos szabályokról szóló 228/2004. (VII. 30.) Korm. rendelet (Complex jogtár)
9. A minősített adatot, az ország alapvető biztonsági, nemzetbiztonsági érdekeit érintő vagy a különleges biztonsági intézkedést igénylő beszerzések sajátos szabályairól szóló 218/2011. (X. 19.) Korm. rendelet (Complex jogtár, hatályon kívül helyezve 2014.11.07)
10. A központosított közbeszerzési rendszerről, valamint a központi beszerző szervezet feladat- és hatásköréről szóló 168/2004. (V. 25.) Korm.rendelet (Complex jogtár)
11. A NATO Biztonsági Beruházási Program keretében megvalósuló beszerzésekre vonatkozó részletes szabályokról szóló 109/2012. (VI. 1.) Korm. rendelet (Complex jogtár)
12. A fekvőbeteg szakellátást nyújtó intézmények részére történő gyógyszer-, orvostechnikai eszköz és fertőtlenítőszer beszerzések országos központosított rendszeréről szóló 46/2012. (III. 28.) Korm. rendelet (Complex jogtár)
13. Az Állami Egészségügyi Tartalékkal való gazdálkodás szabályairól szóló 17/2001. (IV. 28.) EüM rendelet (Complex jogtár)
14. A Magyar Honvédség készenléte fenntartásának és fokozásának rendjéről szóló 30/2012. (V. 8.) HM utasítás(Complex jogtár)
15. A Honvéd Vezérkar logisztikai csoportfőnökének 4/2013. (HK 11.) HVK LOGCSF szakutastása a katasztrófavédelmi feladatok logisztikai támogatásának megtervezéséről

### *Bevezetés*

A terrorizmus az erőszak alkalmazásának, vagy az azzal való fenyegetésnek olyan stratégiája, melynek elsődleges célja félelem, zavar keltése és ennek révén meghatározott politikai eredmények elérése, vagy a hatalom megtartása. A félelemkeltés az erőszak minden formájának – a kocsmai verekedéstől a hagyományos hadviselésig – velejárója, segítője lehet, de a terrorizmus esetében ez a viszony fordított, az erőszak közvetlen áldozatait, kárvallottait legfeljebb csak szimbolikus kapcsolatban állnak az akció valódi céljával, kiválasztásuk másodlagos jelentőségű, legtöbbször véletlenszerű. A terrorizmust, mint lehetséges veszélyforrást már a Szövetség 1999-es Stratégiai Konceptiója is megemlíti, a NATO azonban a 2001. szeptember 11-i eseményeket követően kapcsolódott be aktívan a terrorizmus elleni küzdelembe. A Szövetség – történetében először – életbe léptette az Észak-atlanti Szerződésnek a kollektív védelemről szóló V. cikkét, majd megkezdte a terrorizmus elleni fellépés különböző elemeinek kidolgozását. A 2002 novemberében tartott prágai csúcstalálkozón elfogadták a NATO terrorizmus elleni katonai koncepcióját, amelynek fontosabb elemei: a terrorizmus-elhárító, védekező intézkedések, a már bekövetkezett terrorista támadás következményeinek kezelése, a terrorizmus felszámolására irányuló, „támadó” lépések, valamint a katonai együttműködés. E koncepció is kimondja, hogy a terrorfenyegetést kizárólag katonai eszközökkel leküzdeni nem lehet. A katonai műveleteket koordinálni kell, és a diplomáciai, gazdasági, társadalmi, jogi és információs kezdeményezésekkel összhangban kell végrehajtani. A terrorfenyegetettség az egyes embert éppúgy érinti, mint az egész társadalmat, így minden ország kötelessége, hogy támogassa a terrorizmus elleni harcot az ENSZ határozata értelmében. Ezt az üzenetet hangsúlyozták az ENSZ-csúcstalálkozóján, 2005 őszén, ahol a tagállamok elítélték a terrorizmus minden formáját, tekintet nélkül annak céljára, és kijelentették, hogy a terrorizmus jelenti az egyik legnagyobb veszélyt a nemzetközi békére és biztonságra. A légi közlekedés járművei és telepített objektumai kiemelten veszélyeztetettek a terrorizmussal szemben. Az itt szolgálatot teljesítő állományoknak különös figyelmet kell fordítani és fel kell készülni következőkre:

- a felszállást előkészítő személyzet, felszállásra készülő repülőgépen elkövetett erőszakos cselekményre, a bekövetkezett esemény elszigetelésére, lehetőség esetén elhárítására;

---

<sup>1</sup> „A műveleti környezet műszaki támogatásának kihívásai” kiemelt kutatási terület

- a leszállást végrehajtó repülőgépen elkövetett cselekmény további folytatásának megakadályozására;
- a repülőtéren túsok szedésével, azok fogva tartásával megkísérelt cselekmények izolálására;
- a repülőtér területére robbanóanyag, fegyverbejuttatásának felderítésére, felhasználásának megakadályozására;
- forgalmi vagy műszaki előtereken lévő repülőgépek megszerzésére, felrobbantására irányuló cselekmény elhárítására;
- a repülőtér főépülete, utasváró, tranzitváró, tetőterasz elleni támadás megakadályozására;
- a repülőtéri szolgálati helyek, az ott feladatokat ellátók vagy objektumai ellen irányuló támadás megelőzésére;
- a repülőtér területén várható vagy bekövetkezett olyan rendkívüli esemény vagy cselekmény esetére, amely veszélyezteti a repülőtér és a légi közlekedés biztonságát.

#### *IED eszközök*

A terroristák akcióikat rendszerint fegyveresen, robbanóanyagok felhasználásával, vagy azzal való fenyegetéssel követik el.

Az IED definíciója: az improvizált robbanóeszközök olyan rombolóhatású nem nagyüzemi módon előállított bombák, amelyek a romboló vagy halálos hatást egészségre ártalmas anyagokkal, pirotechnikai eszközökkel vagy gyújtóhatású vegyi anyagokkal érik el. Alkalmazásuk célja személyek vagy gépjárművek alkalmatlanná tétele a harci alkalmazásra. Az IED-eket az ellenséges erő zavarására, rombolására, késleltetésére vagy eredeti támadó szándékának feladására használják. Az IED-ek előállításához használhatnak katonai vagy más, kereskedelmileg előállított robbanóanyagokat, esetenként a kettő keverékét, vagy más, házilag előállított robbanóanyagot.

Maga a szerkezet viszonylag egyszerű: robbanótöltetből és gyújtószerkezetből áll. Formájukat, az alkalmazott gyújtási módokat, a robbanóerőt és robbanótöltetet illetően azonban már sokfélék lehetnek. Az IED töltete lehet akár a kereskedelemben beszerezhető anyagokból, de lehet katonai robbanóanyag is. Fennáll viszont az a veszély is, hogy szélsőséges elemek vegyi, biológiai vagy radioaktív (nagyerművű radioaktív szennyeződést okozó „piszkos bomba”) töltetű IED-eket vetnek be.

A hagyományos, telepített IED-ek hatásukat csak az adott helyen, illetve közvetlen környezetükben fejtik ki. A robbantást maga a cél (pl. a jármű kerekének súlya), vagy általában távirányítással, a robbantást végző személy válthatja ki. A távirányítás történhet vezetékekkel, mobiltelefonnal, garázs-távirányítóval, de egy egyszerű gumicsővel is, amellyel megfelelő nyomást lehet létrehozni egy kapcsoló működtetéséhez. A hagyományos robbanóeszközök új változatai „rendszeresítésén” túl a gerillaerők új „célba juttatási” eljárásokat is kidolgoztak. Ezek egyik módszere az egyéni öngyilkos merénylő, aki 5–12 kg robbanóanyagot visz magával a testére rögzítve, vagy a hátizsákjában.

A töltet közé a nagyobb hatás elérése érdekében szögeket és golyóscsapágy-golyókat (vagy más fémtárgyakat) tesznek.

A járművekre telepített IED (VBIED –Vehicle Born Improvised Explosive Device) igen veszélyes eszköz, hiszen az iniciálható robbanóanyag mennyiségét elméletben csak a jármű teherbírása korlátozza. A VBIED veszélyességét nagymértékben növeli, hogy a támadó a járművet pontosan célra irányíthatja, az akciót elhalaszthatja, vagy akár le is állíthatja. A VBIED-k veszélyességét az egyik amerikai szakértő pontosságuk és robbanóerejük alapján a Tomahawk szárnya rakétaéhoz hasonlítja.

2001. szeptember 11-edike óta nemcsak célpontként gondolunk a légi közlekedési eszközökre, hanem tudjuk, hogy VBIED-ként hatalmas pusztításra képesek.

A Magyar Honvédség számára számos új kihívást jelent a nemzetközi szerepvállalás. Katonáink jelentős számban vesznek részt nemzetközi missziós feladatokban, s a külhoni szolgálat jelentősége a jövőben sem fog leértékelődni. A XXI. századra jellemző aszimmetrikus hadviselés és az ellenfelek által alkalmazott módszerek új feladatok elé állítják korunk haderőit. A terroristák, kormányellenes, lázadó, ellenálló csoportok eszköztára a nem hagyományos hadviselés számos jegyét magán hordozza. Ezen relatív új eszközök és módszerek közül az improvizált (nem hagyományos módon előállított és alkalmazott) robbanóeszközök (Improvised Explosive Devices, IED) jelentik az egyik legégetőbb problémát. Elsőként Irakban kezdték el alkalmazni, majd Afganisztánban az ISAF és afgán erők ellen elkövetett támadások egyik legfőbb eszközévé lépett elő, s használata egyre terjed kormányellenes erők birtokában Pakisztánban, Indiában és Oroszországban is. Ezek az egyszerű eszközök válogatás nélkül jelentenek veszélyt katonákra, civilekre egyaránt. A cikk a nem hagyományos robbanóeszközök elleni fellépés lehetőségeit, vagyis a C-IED (továbbiakban: Counter Improvised Explosive Devices) képességeket mutatja be az Észak-atlanti Szerződés Szervezetén (NATO) belül és hazánkban.



Az iraki, majd az afganisztáni katonai műveletek során egyre fontosabb feladattá vált a saját erők oltalmazása, az improvizált robbanóeszközök (IED) elleni védekezés képességének megteremtése, az állomány védelemre irányuló ismeretének bővítését célzó tanfolyamok létrehozása, megszervezése. Korábbi elemzések egyértelműen rámutattak, hogy a legnagyobb számú katonai és civil áldozatot ezek a szerkezetek követelték.<sup>2</sup> Bár a hatékony ellenintézkedéseknek köszönhetően 2010 óta bizonyos területeken csökkent az IED okozta sebesülések és halálesetek száma, 2011-ben a koalíciós erők veszteségeit még mindig közel 59%-ban okozták IED-k.

A kép azért sem egységes, mert az ellenintézkedések növekvő hatékonysága egyáltalán nem járt együtt a támadások számának csökkenésével. Épp ellenkezőleg: miközben a biztonsági erők körében csökkent az áldozatok száma, az egyre több támadás egyre több civil áldozatot követel. Afganisztánban az észlelet és hatástalanított robbanóeszközök száma 2009-ben 9304, majd 2010-ben 15225 volt, ami 2011-ben további 9%-kal 16554-re emelkedett. Hasonlóképpen, a civil áldozatok száma is 10%-kal emelkedett 2010-hez képest – miközben a polgári áldozatok (több mint 4000 sebesült vagy halálos áldozat) 60%-át ilyen robbanóeszközök okozták.

#### *A NATO C-IED tevékenysége*

Ebből kifolyólag a NATO meghatározó feladatnak tekinti a műveleti területre telepített csapatok és a polgári lakosság védelmét: a C-IED tevékenység a NATO feladatai között az utóbbi években prioritást élvez. A C-IED program több szervezet és intézmény bevonásával valósul meg, melyek összefogásához, koordinálásához és kommunikációjához hatékonyan működő szervezeti struktúrát hoztak létre. Ez a tevékenység a szerkezetek észlelését, hatástalanítását és a mögöttük húzódó hálózatok felderítését foglalja magában. Az információcsere folyamatos a nemzeti és nemzetközi hírszerző és biztonsági szervek, valamint a határ- és vámügyi szervek és a biztonsági erők felderítői között az ellenséges hálózatok feltérképezését illetően.

2010 januárjában a NATO felelős ügynöksége (NC3A) ún. C-IED Akciótervet dolgozott ki, amely meghatározta azokat a hiányosságokat, amelyek hátráltatják az IED elleni fellépés hatékonyságát, illetve ezek megszüntetéséhez megjelölte a szükséges lépéseket és megvalósításuk anyagi vonzatait. Az Akcióterv alapján a tevékenységet két területre

---

<sup>2</sup> Padányi József: Az éghajlatváltozás hatása és a katonai erő. In: Padányi József; Kohut László; Koller József; Lévy Gábor: Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására. Budapest: Stratégiai és Védelmi Kutatóintézet, 2010. p. 32.

fókuszálták. Egyrészt „az eszköz semlegesítésére” (Defeating the Device), ami a robbanóeszközök felkutatását és hatástalanítását jelenti. Ehhez a területhez tartozik még a NATO különböző szervezetinek bevonásával megvalósuló katonai felkészítés, kiképzés, valamint a technológiák fejlesztése is. Az Akcióterv másik kulcsterülete a hálózat támadási képességének semlegesítése (Disrupting the Network) volt. (A „hálózat” magába foglalja a támadás „megrendelőit”, finanszírozóit, akik tervezőit és végrehajtóit: azokat, akik a helyszínrre szállítják, telepítik és aktiválják a robbanószerkezeteket.)

A NATO brüsszeli parancsnoksága az Egyesült Államokban működő Szövetséges Transzformációs Parancsnokság (Allied Command Transformation – ACT) kiemelt feladatává tette az improvizált robbanóeszközök elleni tevékenységet, és az ISAF (International Security Assistance Force Headquarters, ISAF), a különböző Kiválósági Központok (Centres of Excellence, CoE) valamint több NATO ügynökség vesz részt a különböző programokban. A széleskörű együttműködés azért is szükséges, hogy a különböző műveleti területen szerzett tapasztalatokat megosszák a fejlesztőkkel. A tapasztalatcserén túl a C-IED Akcióterv támogatja azokat a védelemre irányuló technológiai fejlesztéseket is, melyek csökkentik a robbanóeszközök pusztító hatását. Az így létrejövő kapcsolat, a közös erőfeszítések teszik lehetővé egy olyan rendszer működését, amely képes lefedni az IED elleni tevékenységek stratégiai és taktikai spektrumát:

- 2010 augusztusában kezdte meg működését a NATO új típusú biztonsági kihívások kezelésével foglalkozó osztálya (Emerging Security Challenges Division), melynek célja, hogy a NATO-központ különböző ágazati szakértői együtt munkálkodjanak a Szövetség biztonságát elősegítő fejlesztéseken. E keretben a terroristák elleni küzdelem részeként fejlesztik a robbanóanyag-szenzorokat.
- A NATO Konzultációs, Vezetési és Irányítási Ügynökség (Consultation, Command and Control Agency, NC3A) központi szereppel bír az együttműködésben. A missziós munka igényeihez igazodva végzi kutatási, kísérleti munkáit, elősegítve a technológia, a kibervédelem és a beszerzés területeinek fejlődését. Például a kandahari repülőtéren robbanószerkezet-felismerő érzékelőket rendszeresítettek az NC3A C-IED projektjének részeként, amelyekkel a gépkocsi-ellenőrzések, beléptetések során egészítették ki a biztonsági rendszert. Az NC3A feladata e téren tehát az, hogy biztosítsa mindazokat a technikai szükségleteket, amit a NATO C-IED Akciótervében meghatároztak. A NATO-n belül az NC3A támogatja a Nemzeti Fegyverzeti Igazgatók Konferenciájának (Conference of National Armaments Directors, CNAD) tevékenységét, az úgynevezett Terrorizmusellenes Munkaprogramot (Defence Against Terrorism Programme of

Work, DAT PoW), ahol az új technológiák fejlesztéséhez, teszteléséhez szükséges kutatásokat, vizsgálatokat végezik. A szervezet nem csak biztosítja a technológiát, hanem közreműködik azoknak a hadszíntéren való helyes, hatékony alkalmazásának elsajátításában is. A technológiák közös beszerzése 2010-től NATO-támogatással valósul meg, ami a költségsökkentés érdekében bizonyult hasznosnak.

- A már említett CNAD a NATO főtitkári célokkal összhangban alakított ki együttműködést a közös, többnemzeti fegyverkezési programokra vonatkozóan. Összesen 19 kezdeményezést fogalmaztak meg a tervzetben, melyek közül a közös eszközöket, beszerzést, az új technológiák közös vizsgálatát, a műszaki kutatási együttműködést és a közös eszközökre vonatkozó fejlesztést integrálták a C-IED Beszerzési Ütemtervbe (C-IED Materiel Roadmap) is. A CNAD kialakított egy Önkéntes Nemzeti Hozzájárulási Alapot a C-IED Akciótervben megfogalmazott multinacionális projektek támogatására. Ilyen projekt például a beavatkozást megelőző tréning, vagyis a Fegyveres Támadást Helyszínelő Csoport (Weapon Intelligence Teams, WIT) katonáinak kiképzése.

#### *Kiképzési együttműködés*

A NATO nagy hangsúlyt fektet a csapatok kiképzésére, ugyanis lényeges, hogy a katona, akit kiküldenek a műveleti területre, ismerje azt az új környezetet, ahol mozogni fog, tudja, milyen körülmények között kell majd dolgoznia. A NATO az ACT-vel együtt irányítja azokat a kiképzési programokat, tanfolyamokat, ahol az IED által fenyegetett térségekbe készülők csapatokat is felkészítik. A legfontosabb szempont a C-IED képzésben az, hogyan lehet a támadást végrehajtó hálózatot megállítani még mielőtt a robbanószerkezetet elhelyezik, illetve az IED-k felismerése, biztonságos hatástalanítása még a detonáció előtt.

A SACT számos tanfolyamot biztosít a C-IED Integrated Product Team által. (Staff Officer Awareness Course, Attack the Network Tactical Awareness Course, Weapons Intelligence Team Course (WIT)), és az Önkéntes Hozzájárulási Alap forrásainak felhasználásával, elindították a „képezd a kiképzőt” tanfolyamokat is (C-IED Train the Trainer Course, TtT/T3). Ennek részeként 2010-től például brit katonák képzik az Afgán Nemzeti Hadsereget (Afghan National Army, ANA) a C-IED technikák elsajátítására.

A kiképzés során számos kiválósági központtal működik együtt a NATO, melyek szintén biztosítják a csapatok számára a megfelelő információt és tudásanyagot a fenyegetett térségekkel kapcsolatban, ez által pedig lényegesen növelhető a biztonság és csökkenthetők a veszteségek. A spanyolországi, madridi székhelyű C-IED Kiválósági Központ (Centre of

Excellence, CoE) a 2010. június 23-án aláírt Egyetértési Nyilatkozat alapján a Szövetség szervezetébe integráltan működik. Alapvető célja, hogy szakértői gárdájával támogassa a NATO-t és partnereit az improvizált robbanóeszközök elleni tevékenység során. A Központ feladata, hogy a hadszíntérre kiküldött szövetséges nemzetek csapatai számára csökkentse a felkelők/terroristák támadásai során alkalmazott IED-k okozta fenyegetést. Vezető szerepet játszik az integrált robbanóeszköz-érzékelő technológiák tesztelésében is, együttműködve a magánszektor szereplőivel. A C-IED CoE rendszeres támogatója Franciaország, Németország, Hollandia, Portugália, Románia, az Egyesült Államok és Magyarország is.

A központ kétféle tanfolyamot szervez létrehozása óta: a törzstisztek számára az ún. Hadművelési Törzstiszti Tanfolyamot (Staff Officer Awareness Course – SOAC), amely átfogó ismeretet biztosít az IED ellenes tevékenységet végző rendszerről, a harcoló csapatokkal való kapcsolattartásról műveleti szinten. A másik a WIT Tanfolyam, amely arra készíti fel a résztvevőket, hogy képesek legyenek a művelési területen bekövetkezett robbantásos merényletekről adatgyűjtésre, annak elemzésére, az esetleges későbbi merényletek megelőzése érdekében. Az így rendelkezésre álló információk a NATO hálózatellenes műveleteinek hatékonyságát növelik.

A NATO C-IED Akciótervében meghatározott két év időtartamra szóló WIT-tanfolyamok művelési területen kívüli felkészítést biztosítanak az afganisztáni misszióba készülő katonák számára. 2010. január 8-27-e között került megrendezésre az első hazai WIT tanfolyam a NATO-SACT szervezésében, a Magyar Honvédség Központi Kiképző Bázisán, Szentendrén. Az itt végzett, különböző nemzetekből érkezett katonák képesek első szintű fegyvertechnikai felderítési feladatokat ellátni. Magyarország biztosítja a tanfolyamok lebonyolítását, illetve a kiképzési létesítményeket, felszereléseket.

Mivel a Szövetségen belül súlyos hiányterületként azonosították a robbanóeszközök elleni védelmi képességeket, Spanyolország mellett Szlovákia is jelentős hozzájárulással növelte ezt a kapacitást, és az IED-k elleni felkészítés céljával létrehozta a Trenčínben (Trencsén) működő Robbanószerkezet Kiválósági Központ (Explosive Ordnance Disposal (EOD) CoE), az első nemzetközi katonai szervezet az országban. A központ fő profiljába a tűzszerészeti tevékenység tartozik, tehát nem a robbanószerkezeteket telepítő hálózatok elleni fellépés – így megfelelően kiegészíti a NATO kettős céljának másik pillérét.

Az EOD-CoE tagja Csehország, Franciaország, Magyarország, Románia és a 2011-ben csatlakozott Lengyelország. A Központ támogatást nyújt a különféle műveletekhez és gyakorlatokhoz, valamint kapcsolatot létesít a NATO-val, a NATO tagországokkal és partnerekkel, továbbá nemzetközi szervezetekkel. A tanfolyamokkal kapcsolatban a

szabványosításra, a doktrínák fejlesztésére, valamint az EOD és IED ellenes technológiák fejlesztésére fókuszál. A spanyolországi és a szlovák kiválósági központ együttműködik azokkal a központokkal, melyek munkája az IED által veszélyeztetett területekhez kapcsolódik. Ezek: a Katonai Műszaki Kiválósági Központ (Military Engineering (MILENG) CoE) Németországban, Ingolstadtban, a Terrorizmus Elleni Védelem Kiválósági Központ (Defence Against Terrorism (DAT) CoE) Törökországban, Ankarában, a Humán-felderítés Kiválósági Központ (Human Intelligence (HUMINT) CoE) Romániában, Oradea-ban, valamint a magyarországi Katona-egészségügyi Kiválósági Központ (Military Medical (MILMED) CoE) Budapesten.

Az ACT terveit alapján 2011-ben hat alkalommal rendezték meg a C-IED ATAC (Attack the Network Tactical Awareness Courses) tanfolyamsorozatot. Az idei első tanfolyamra február 20-25 között került sor az Összhaderőnemi Kiképzési Parancsnokságon (Joint Force Training Centre, JFTC), Bydgoszcz-ban, ahol a 30 fős nemzetközi csoportba Ausztriából, Bulgáriából, Kanadából, Észtországból, Németországból, Olaszországból, Lengyelországból, Svédországból és Tunéziából érkeztek a résztvevők. A tanfolyam elméleti és gyakorlati elemei arra irányultak, hogy miként lehet a felkelőket erőforrásaiktól elvágni, hogyan lehet őket megakadályozni a robbanóeszközök gyártásában és telepítésében. A katonák további ismereteket szerezhettek arról, hogyan lehet támadni, gyengíteni a felkelők hálózatait, valamint a hadszíntéren telepített IED eszközöket. A következő C-IED ATAC tanfolyamot szeptember 10-14 között rendezik meg, az évről-évre növekvő merényletek ellensúlyozásaként fenntartva a kiképzés magas ütemét.

#### *Magyar szerepvállalás a nemzetközi C-IED tevékenységben*

A 2006-os rigai csúcstalálkozón indult útjára az a kezdeményezés, amely a nemzetek közötti kiképzési tevékenységek szoros együttműködésének kiépítését célozta meg. Mivel Magyarország 2006. október 1-jétől vette át egy tartományi újjáépítő csoport (Provincial Reconstruction Team, PRT) működtetését Afganisztánban, felmerült, hogy a nemzetközi tanfolyamok lebonyolításának színhelye Magyarország legyen.

A NATO Transzformációs Parancsnokság (ACT) a Honvédelmi Minisztérium Hadműveleti és Kiképzési Főosztályával együttműködve tartotta meg a NATO Rögtönzött Robbanóeszközök Elleni Tevékenység Hadműveleti Szemináriumát (NATO Operational C-IED Seminar) hazánkban, 2008. december 8-12. között a MH Központi Kiképző Bázison, Szentendrén. Ez a program segítette elő a műveleti tapasztalatok cseréjét a NATO és a Békepartnerség (PfP) országai között.

A Központi Kiképző Bázis folyamatos helyszínéül szolgál az azóta is rendszeresen megtartott nemzetközi tanfolyamok számára. 2011-ben minőségi változás történt, ugyanis az MH Központi Kiképző Bázis és a Kinizsi Pál Tiszthelyettes Képző Iskola integrációjára is sor került. A képzések továbbra is magas színvonalon folynak mind hazai, mind nemzetközi szinten az újonnan létrejött Altiszti Akadémián. Az Akadémia ugyanebben az évben nyerte el – a 2008 óta tartó felkészülés eredményeként – a C-IED T3 tanfolyam NATO-akkreditációját és a NATO „Selected” tanfolyami minősítést. Az alakulat vezetése a szervezési és végrehajtási jogot biztosító akkreditációs dokumentumot 2012. március 22-én vehette át az ACT képviselőjétől. Ezzel Magyarország vezető nemzeti szerepet tölt be a nem hagyományos módon előállított robbanószerkezetek elleni kiképzés, továbbá az egészségügyi támogatás, valamint a regionális légtérellenőrzés területén. (Magyar Honvéd, 2011. február)

Ugyancsak Szentendrén rendezték meg a közép-európai C-IED kiképzési szakértők egyeztető ülését 2012. február 29-én. Ennek a rendezvénynek az előzménye az a 2010-es kezdeményezés, melyet az osztrák-magyar védelempolitikai igazgatók indítottak el a közép-európai régió hat országa (Ausztria, Csehország, Horvátország, Magyarország, Szlovákia, Szlovénia) védelmi együttműködése terén. Az egynapos konferencián magyar, osztrák, szlovák és cseh szakértők vettek részt, akik áttekintették a C-IED tanfolyamokkal kapcsolatos együttműködési lehetőségeket és a C-IED tevékenység elvi alapjait, valamint a hazai és nemzetközi kiképzési rendszer kapcsolódási pontjait.

A NATO-akkreditáció révén a magyar képességek a szövetségesi kiképzési együttműködés szerves részévé váltak, s ez megköveteli, hogy a Magyar Honvédség folyamatosan magas színvonalon teljesítsen. Ez motiválta az MH Altiszti Akadémiát, hogy 2012. március 26-án megtartsa éves értékelő és feladatszabó konferenciáját. Az értekezleten Orosz Zoltán altábornagy mellett Bozó Tibor dandártábornok, a HVK Személyzeti Csoportfőnökség csoportfőnöke, Baráth István dandártábornok, az MH ÖHP Logisztikai Erők főnöke és Juhász István ezredes, a HVK Kiképzési Csoportfőnökség megbízott csoportfőnöke, valamint Korcsog László mk. alezredes, a MH KPTSZI megbízott igazgatója is jelen volt. A jövőre vonatkozóan fő feladatként határozták meg a kiképzés és képzés színvonalának fenntartását, a rendelkezésre álló erőforrásokkal való megfelelő gazdálkodást és az e mellett megvalósuló hatékony vezetés megtartását.

A kiképzés fő hajtóereje, hogy a katonák – és a civil lakosság – életének védelme nemzetközi szinten is prioritást élvező feladat. A misszióba készülő katonának a képességeit fejlesztő tréningeken, tanfolyamokon kívül éppen ezért szüksége van a külső védelem megfelelő szintű kiépítésére is. A biztonságérzetet nagymértékben befolyásolja a katona által

használt eszközök, eszközrendszerek védelmi potenciálja. Azonban a fegyveres erők feladata e téren kettős: egyrészt a megfelelő technológiát, eszközöket, másrészt az ezt hatékonyan alkalmazni képes szakértelmet kell biztosítani. Miközben a szakértelem rendelkezésre áll, sokkal inkább problémát jelent a költségvetésbe beilleszthető védelemre fordítható összegek biztosítása, ugyanis a szükséges eszközök igen drágák. Ennek figyelembe vételével érdemes áttekintenünk a fontosabb eszközöket, amelyeket a Magyar Honvédség biztosít csapatai számára az improvizált robbanóeszközök elleni védelem céljából.

Afganisztánban a terepen való közlekedés sokáig csak a Humvee (HMMWV) páncélozott terepjárával volt megvalósítható. Ezeket 2009 óta használja a magyar Tartományi Újjáépítési Csoport (PRT) és Műveleti Tanácsadó és Összekötő Csoport (Operational Monitoring and Liaison Team, OMLT). Magyarország 14 ilyen típusú gépjárművet kapott az Egyesült Államoktól 2011-ben. Ezek a csapatszállító harcjárművek azonban korántsem nyújtanak teljes körű védelmet.

A valódi védettség csak nagyobb mennyiségű páncélzat felhelyezésével érhető el, ami azonban nem célszerű, mert a megnövekedett súly egyben jelentős teljesítménycsökkenést (sebességcsökkenést és fogyasztásnövekedést) eredményez. A HMMWV lapos alváza sem előnyös, hiszen az útszéli bombák hatása közvetlenül a jármű alatt fejti ki hatását. A „Humvee unokájának” tekinthető új fejlesztésű NaviStar Maxxpro MRAP-1 aknaálló szállítójármű azonban a fenti problémák mindegyékeire ajánl megoldást. V-alakú alvázának köszönhetően a jármű képes akár 7 kilogramm tömegű robbanóanyag hatásának ellenállni, ugyanis az IED-robbanás nyomáshullámát képes oldalra elvezetni.

Amerikai katonák már 2007 óta alkalmazzák az MRAP-eket, az afganisztáni magyar táborba (Camp Pannóniába) pedig 2011. január elején érkeztek meg az első járművek. A típus közvetlen elődje a TSG/FPI Cougar, ami a magyar tűzszerészek védelmét szolgálja. Ebből egy a hadszíntéren, egy pedig Magyarországon van rendszeresítve. Összehasonlításképpen: egy Humvee 60.000 amerikai dollárba kerül, míg páncélozott változata ennek akár háromszorosába is kerülhet; a MaxxPro piaci ára ugyanakkor minimum fél millió dollár. A MaxxPro vezetését, kezelését amerikai kiképzéssel gyakorolták be a katonák még az átadás előtt. Ezeket a járműveket borulékonyosságuk miatt nem egyszerű vezetni, amit a jármű magas felfüggesztése, relatíve magasan lévő tömegközéppontja okoz. (A magas felfüggesztés az úttest felett a robbanás alvázra ható energiáját csökkenti.)

A baleset után erősödött az igény a megfelelő gépjárművezetői kiképzés elsajátítására – így 2011 augusztusában megszervezték a „Roll over” elnevezésű felkészítést Mazar-e Sharifban. A kiképzést az MH Nemzeti Támogató Elem irányította és vezényelte le. A

gyakorlást egy élethű szimulátor segítette, mellyel könnyedén készség szintre lehet emelni a borulás alatti és azt követő mozdulatokat, a biztonságos kiszállást.



*1. számú kép: Magyar MaxProk Mazar-e Sharifban<sup>3</sup>*

### **Balesetek erős védelem mellett is bármikor történhetnek**

Az MRAP borulékonyaságából adódóan történt baleset, amikor 2011. május 17-én egy MRAP MaxxPro típusú, speciális aknavédelemmel ellátott gépjármű az afganisztáni Baghlan tartományban előzés során megbillent és a padkának ütközve felborult. A baleset következtében Róth Orsolya és Dálnoki András posztumusz hadnagyok életüket veszítették, négy katona pedig megsérült.

<sup>3</sup> Szerző fényképe Afganisztán, Mazar-e Sharif, 2012.





2. számú kép: Borulás gyakorlat szimulátora<sup>4</sup>



3. számú kép: Borulás gyakorlat végrehajtása után<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Szerző felvétele, Afganisztán, Mazar-e Sharif, 2011.

<sup>5</sup> Szerző fényképe, Afganisztán, Mazar-e Sharif, 2011.

A IED-k elleni védelemben fontos szerepet játszanak azok a jelzavaró rendszerek, amiket a fenti gépjárművekre lehet telepíteni. Ennek azért van jelentősége, mert abban az esetben, ha a robbanóeszköz gyújtószerkezete távirányítású, (Radio Controlled IED, RCIED) a működését beindító hullámhosszon zavart lehet kelteni, így a konvoj biztonságosan haladhat. A zavarás folytonos, szélessávú és nagyteljesítményű. A lefedett frekvenciatartományon azonban keletkeznek „lyukak” a saját híradás, vagy operatív összeköttetések hatására, hiszen ezek működését a zavarás ellenére is biztosítani kell. Az ellenfél gyors reagálásának köszönhető, hogy a rádió-távvezérlésű IED-ket a szabványos sávokon kívül hozzák működésbe, vagy kis frekvencián, (például mobiltelefonokkal, garázkapu-nyitókkal) ezzel is megnehezítve a jel zavarását.

További lehetőség még, ha a konvoj előtt robotjármű halad, amely jelzi a gyanús tárgyak jelenlétét. Ez a megoldás azonban nem minden esetben kivitelezhető, (például városi közlekedés során), és nem is praktikus, mert a konvoj haladását rendkívül lelassítja. A Magyar Honvédség az Andros F6A nehéz tűzszerész robotot alkalmazza robbanótestek felkutatására és megsemmisítésére; emellett rendszerben van még a TeleMAX típusú könnyű tűzszerész robotjármű is.



*4. számú kép: ANDROS F-6A tűzszerész robot<sup>6</sup>*

---

<sup>6</sup> Szerző fényképe



*5. számú kép: Magyar tűzszerész COUGAR 4x4<sup>7</sup>*

Az improvizált robbanóeszközök ellen tett nemzetközi és hazai erőfeszítések is azt mutatják, hogy ezek továbbra is komoly fenyegetést jelentenek a válságövezetek térségeiben feladatot teljesítő katonák és az ott élő civil lakosság számára egyaránt. A felkelők, akik ezekhez az eszközökhöz folyamodnak, hamar alkalmazkodnak az ellentevékenységekhez. A hálózatok könnyen és gyorsan mozognak, a bombákhoz szükséges alapanyagok beszerzése sem jelent különösebb nehézséget. Ráadásul a működésképtelen államokban még könnyebb illegális forrásokból robbanóanyaghoz jutni.

A probléma tehát sokrétű, teljeskörű megoldására pedig nincs lehetőség, csupán fokozatos lépéseket tehetünk az élő erő védelme céljából. Azokban az országokban, ahol az IED-kel végrehajtott támadások a mindennapok részévé váltak, a kormányzat aktív fellépése is elengedhetetlen, hogy visszaszorítsák a felkelők tevékenységét. A partnerországokkal közös fejlesztések, a NATO irányításával létrehozott tanfolyamok és nemzetközi konferenciák együttesen járulnak hozzá az IED-k elleni küzdelemhez, a tapasztalatcseréhez, a sikeres ellenlépések terjesztéséhez. E tevékenységben Magyarország is részt vállal, így támogatva a kollektív védelmet és a szolgálatot teljesítő katonák védelmét.

---

<sup>7</sup> Szerző fényképe, MH 1. HTHE telephelye

*„...Ha egyetértünk azzal az általánosan elfogadott definícióval, miszerint a félelmet nem ismerő ember ismertetőjegye a félelemnélküliség, a magam részéről be kell vallanom, hogy ilyen emberrel még nem találkoztam. Minden ember fél. Minél értelmesebb valaki, annál jobban fél. Bátor az az ember, aki félelme ellenére is helytállásra tudja kényszeríteni magát...”*

G. S. Patton tábornok

#### *Felhasznált irodalom*

1. Bokros Tünde Ibolya: C-IED: Küzdelem az improvizált robbanóeszközök ellen. <http://www.biztonsagpolitika.hu/?id=16&aid=1211> Letöltve: 2013. november 19.
2. Lőrincz Gábor: Válasz az aszimmetrikus fenyegetésre C-IED képességépítés a Magyar Honvédségben rövid- és középtávon. NKE évfolyammunka, Budapest 2013. C-IED Kiválósági Központ
3. Defense Management Journal: Active in Deactivating. Explosive Ordnance Disposal Kiválósági Központ
4. Franco Fiore: The NATO C3 Agency Support to the IED Fight: A Comprehensive Approach.
5. Padányi József: Az éghajlatváltozás hatása és a katonai erő. In: Padányi József; Kohut László; Koller József; Lévy Gábor: Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására. Budapest: Stratégiai és Védelmi Kutatóintézet, 2010. p. 32.

## ***Csengeri János: A repülőterek futópálya és gurulóút tulajdonságainak bemutatása<sup>1</sup>***

### *Bevezetés*

A repülőterek olyan komplex közlekedési csomópontok tágabb értelemben, melyek a közlekedés egyik legkifinomultabb módját, a repülőgépek különböző mozgásait, indulását, érkezését és földi kiszolgálását hivatott elsősorban kiszolgálni. Szűkebb értelemben három fő alkalmazási területet különíthetünk el: kereskedelmi felhasználású repülőgépek kiszolgálása, állami célú repülőgépek kiszolgálása (békében és műveleti környezetben) valamint az előzőek kombinációja, azaz az állami és kereskedelmi repülőgépek egyidejű kiszolgálása, tehát a repülőterek polgári és katonai együttes felhasználása. Ez a közelítés támogathatja a mai követelményeknek megfelelő légi műveleti tervezést és végrehajtást.<sup>2</sup> Tanulmányomban a repülőterek futópályáinak, valamint gurulóútjainak bemutatására helyezem a hangsúlyt, mint a repülőterek legalapvetőbb elemeire.

### *Repülőterek infrastrukturális elemei, Airside [1] [2]*

A repülőtereket két nagy logikai egységre oszthatjuk fel, ez egyik az úgynevezett „*légi oldal*”, az angol szakirodalomban ezt „*airside*”-nak nevezik, a másik a „*földi oldal*”, angol megnevezése „*landside*”. Mivel ebben az esetben az angol nyelvű meghatározások fordítása nehézkes és szokatlan, így a továbbiakban ezeket nem is kívánom magyar fordításokkal helyettesíteni.

Az airside foglalja magában a felszállópályákat (runway) és felfestéseit, a guruló utakat (taxiway) és ezek felfestéseit, a forgalmi előtereket (apron), a kitérő várakozó helyeket (holding bay) és helikopter leszállóhelyeket (helipad), itt találjuk a légijárművek repülőtéri tájékozódását segítő jelzőtáblákat, rádiónavigációs berendezéseket (elsősorban a leszállást segítő egységeket), valamint a légiforgalmi, tűzoltó és forgalmi előtéri szolgálatokat és épületeiket.

A landside-on helyezkednek el az utaskiszolgáló épületek (passenger building), a teheráru kezelő épületek (cargo facility), valamint a repülőtér belső úthálózata, a repülőtér és várost összekötő úthálózat és a parkolók. Ide tartoznak, de külön kategóriaként kezeljük a repülőtér támogató elemeket, ezek az egészségügyi központ, a földi járművek üzemanyag töltő állomásai, a meteorológiai szolgálatok, a légijármű karbantartó létesítmények, a légijárművek fedélzetén történő étkeztetés konyhái, elektromos áram és ivóvíz ellátó

---

<sup>1</sup> „Az összhaderőnemi és légi műveletek evolúciója” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Krajnc Zoltán: A légierő megváltozott szerepe a 21. század hadviselésében, Budapest, Geopolitikai Tanács Közhasznú Alapítvány, 2006, 74 p. (Műhelytanulmányok 7.)

Krajnc Zoltán: A légierő alkalmazásának alapkérdései, Új Honvédségi Szemle, 2005/7., pp. 87 – 98.

létesítmények, épület vagy helyiség, mely alkalmas a repülőgép személyzet repülés előtti felkészülésének végrehajtásához.

Az infrastrukturális elemek bemutatását logikailag „bentről kifelé” építem fel, kezdve az airside-val, ezen belül is a felszállópályával, majd a landside-on található elemekkel folytatom.

### *Felszállópályák (Runways) [3]*

#### *A felszállópályák elhelyezésének befolyásoló tényezői*

A felszállópályák (futópályák) létesítésekor számos tényezőt figyelembe kell venni. Egy meglevő, hosszú ideje üzemelő repülőtér esetében a forgalmat igazítják a repülőtérhez, azaz azt veszik tekintetbe, hogy a repülőtér, szűkebb értelemben a futópályát milyen légijármű használhatja. Egy újonnan létesítendő felszállópályát (többek között) azonban az üzemeltetni kívánt fő légijármű típushoz szükséges kalibrálni.

Továbbá számos más tényezőt is figyelembe kell venni, melyek a következők:

- Uralkodó szélirány és jellemző időjárási körülmények (A futópálya fő irányát az uralkodó széliránnyal szemben szükséges kialakítani. Az időjárási körülményeknél a veszélyes meteorológiai jelenségek kialakulásának esélyét kell számba venni, mint például ködképződés, szélnyírás, zivatarok kialakulása, stb.);
- Topográfiai adottságok és a környező települések elhelyezkedése (Törekedni kell a viszonylag sík területen történő berendezkedésre, az akadálymentességre, a későbbi bővítési lehetőségek meghagyására, a leszállást segítő berendezések telepíthetőségére, valamint a környező településektől megfelelő távolságra való elhelyezkedésre, a könnyű megközelíthetőség mellett.);
- A repülőtéren tervezett forgalom nagysága (Elegendő e egy felszállópálya, vagy többre van szükség, ezek párhuzamosan fussanak, vagy egy bizonyos szöget zárjanak e be egymással.);
- A környező légterek terheltsége (Szükséges figyelembe venni, hogy milyen légiforgalmi útvonalak és szomszédos repülőterek találhatóak a közelben, ezek milyen hatást fognak gyakorolni a repülőtér légiforgalmára).;
- Környezeti lábnyom, különös tekintettel a zajszennyezésre (Olyan kialakítású legyen a felszállópálya, amely a legkisebb zajterhelést okozza a környező területeknek és településeknek. Ez legkönnyebben úgy érhető el, hogy a le- és felszálló irányt nem a

lakott települések irányában határozzuk meg, természetesen a többi feltétel figyelembe vételével.).

### *A felszállópályák hosszúságát meghatározó tényezők*

Ahogy a futópálya elhelyezését és tájolását, úgy a hosszúságát is fontos rendező elvek alapján szükséges meghatározni, úgymint:

- Az üzemeltetni kívánt légijárművek teljesítménye, és felszálló súlya (Minden repülőgép típus más-más teljesítménnyel és maximális felszálló súllyal rendelkezik, ami befolyásolja a szükséges nekifutási és megállási úthosszt. Mivel a kezdeti tervezésnél egy adott repülőgépfajtára szabják alapvetően a repülőteret, így a felszállópálya hosszúságát is ezen kívánalmaknak megfelelően szükséges meghatározni.);
- Uralkodó szélirány és hőmérséklet (Már a futópálya fő irányának meghatározásánál is jelentős befolyásoló tényező a szélirány, azonban a hosszúság kijelölésében is fontos szerepet tölt be, hiszen minél nagyobb a szembeszél, annál nagyobb felhajtóerő generálódik a repülőgép szárnyán, ezáltal annál kisebb nekifutási úthosszra lesz szüksége a felszálláshoz, a fékezésnél pedig annál nagyobb légellenállás keletkezik és rövidül a megállási úthossz is. A hőmérséklet jelentős hatással bír a levegő sűrűségére, magas hőmérséklet mellett a levegő sűrűsége kisebb, alacsony hőmérséklet esetén pedig nagyobb. Minél nagyobb a levegő sűrűsége, annál nagyobb mértékű a felhajtóerő és légellenállás, így hasonló hatással bír a felszálló és megállási úthosszra, mint a szembeszél.);
- A felszín lejtése (Könnyű belátni, hogy a lejtőn, illetve emelkedőn történő gyorsítás és lassítás hogyan befolyásolja a nekifutási és megállási úthosszt. A domborzati adottságokból fakadó elkerülhetetlen lejtviszonyok szintén hatással vannak a létesítendő felszállópálya hosszára.);
- Domborzati korlátok és a repülőtér tengerszint feletti magassága (Korlátozó tényezőt jelentenek a felszín egyes sajátosságai, mint vízpart, hegyek, völgyek, amelyek fizikai határokat jelölnek ki a futópályák számára. Nem elhanyagolható a repülőtér tengerszint feletti elhelyezkedése, amely a magasság növekedésével légnyomás csökkenést von maga után, ezáltal csökkentve a felhajtóerőt és a légijármű hajtóműve teljesítményének mértékét, növelve a nekifutási úthosszt.)



### A repülőterek referencia kódja

A repülőterek referencia kódja (1. sz. táblázat) azt a célt szolgálja, hogy egy egyszerű szám és betűkombinációval kifejezze, hogy milyen teljesítményű és dimenziójú repülőgépek fogadására képes. A kód szoros összefüggésben van a felszállópálya adottságaival, lévén csak erre vonatkozó adatokat fejez ki. A kód első része a repülőgépek referencia futópálya hosszát fejezi ki (a távolság lefedi mind a felszálláshoz, mind a megálláshoz szükséges úthosszt), a második a szárnyak fesztávolságáról valamint a főfutó kívül levő abroncsainak távolságáról ad információt (1. sz. ábra).



1. sz. ábra: Repülőgép szárny fesztávolság és főfutó külső abroncsainak távolságának ábrázolása, forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 1., Runways, 6-2. alapján

1. sz. táblázat: Repülőtér referencia kódok

Kód elem 1		Kód elem 2		
Kód szám	Légijármű referencia pálya hossz	Kód betű	Szárny fesztáv	Főfutó külső abroncsok távolsága
1	Kevesebb, mint 800m	A	Kevesebb, mint 15m	Kevesebb, mint 4,5m
2	800m-től 1199m-ig	B	15m-től 23,99m-ig	4,5m-től 5,99m-ig
3	1200m-től 1799m-ig	C	24m-től 35,99m-ig	6m-től 8,99m-ig
4	1800m fölött	D	36m-től 51,99m-ig	9m-től 13,99m-ig
		E	52m-től 64,99m-ig	9m-től 13,99m-ig
		F	65m-től 79,99m-ig	14m-től 15,99m-ig

Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 1., Runways, 1-4.

Az összefüggések könnyebb megértése érdekében szolgálok egy példával. A repülőtérünk képes a „4C” referenciaszámú repülőgépek fogadására, ez azt jelenti, hogy az adott repülőgépnek a fel és leszálláshoz több, mint 1800m hosszúságú futópálya szükséges, szárnyainak fesztávolsága 24m és 35,99m közé esik, főfutói külső abroncsainak távolsága pedig 6m és 8,99m közötti értéket vesz fel. Ilyen repülőgép például az Airbus A320-200 (2480m; 33,9m; 8,7m), a Boeing B737-200 (2295m; 28,4m; 6,4m), stb. Természetesen ettől kisebb repülőgépeket is fogadhat a repülőtér.



### *A felszállópálya szélessége*

A felszállópálya szélessége kötődik a repülőtér referencia kódjához (2. sz. táblázat), azonban ez egy minimális méret, mely szélességet az alábbi szempontok szerint tovább növelhetnek:

- Az alkalmazni kívánt légijármű hossz tengelyének eltérése a futópálya középvonalához képest a földet érést követően;
- Keresztszél adottságok (Általánosságban mennyire jellemző és milyen erősségű keresztszél tapasztalható a területen.);
- Felkenődő gumiréteg (A repülőtérre előzetesen tervezett forgalom leszállásai után a földet érési zónában felkenődő gumiréteg, mely javítja a tapadási viszonyokat száraz időben, azonban rontja azokat nedves körülmények között.);
- Jellemző földet érési sebesség (A tervezett forgalomra jellemző megközelítési, földet érési sebesség, mely minél nagyobb, annál nagyobb a baleset kockázata és súlyossága is.);
- Futópálya menti látástávolság (Megfigyelések és tanulmányok segítségével kalkulálható, jellemző futópálya menti látástávolság. A látástávolság csökkenésének következtében általában az egyenesfutás is romlik.).

*2. sz. táblázat: A repülőtér referencia kódjaihoz tartozó futópálya szélesség értékek*

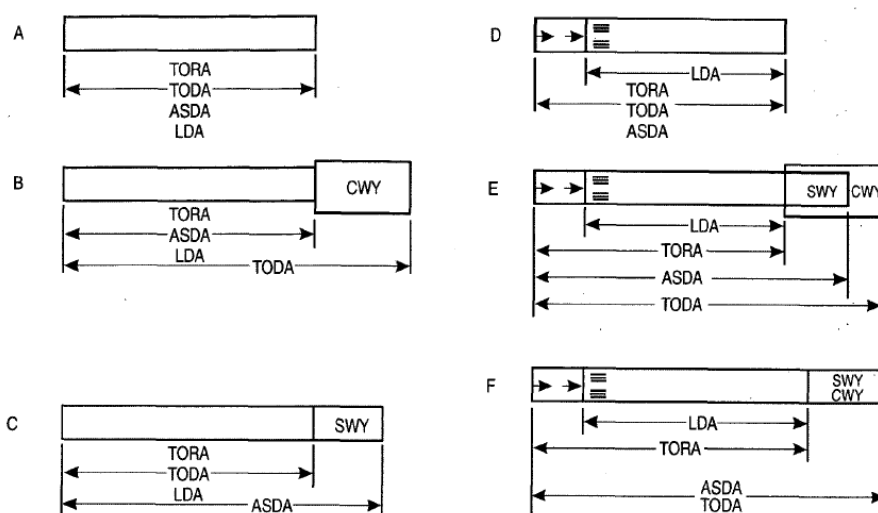
Kód szám	Kód betű					
	A	B	C	D	E	F
1	18m	18m	23m			
2	23m	23m	30m			
3	30m	30m	30m	45m		
4			45m	45m	45m	60m

*Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 1., Runways, 5-1.*

### *Közzétett távolságok*

A futópálya fel és leszállásra igénybe vehető távolságai a kiegészítő biztonsági területekkel, úgy, mint biztonsági felszálló terület (clearway – CWY) és biztonsági megállási terület (stopway – SWY). Az előbbi két biztonsági terület és az esetlegesen áthelyezett futópálya küszöb hívta életre az alábbi fogalmakat, melyek segítségével kifejezhetőek a nekifutáshoz és megálláshoz használható teljes rendelkezésre álló felszállópálya hosszak (2. sz. ábra).

- TORA: Take Off Run Available – Rendelkezésre álló nekifutási pályahossz. A futópálya azon része, amely alkalmas a repülőgép felszálláshoz való nekifutásának biztonságos végrehajtásához.
- TODA: Take Off Distance Available – Rendelkezésre álló felszállási pályahossz. A TORA és a biztonsági felszálló terület (clearway – CWY) együttes hossza, amennyiben ilyen terület kijelölése megtörtént.
- ASDA: Accelerate-Stop Distance Available – Rendelkezésre álló gyorsítási-megállási pályahossz. A TORA és a biztonsági megállási terület (stopway – SWY) együttes hossza, amennyiben ilyen terület kijelölése megtörtént.
- LDA: Landing Distance Available – Leszálláshoz rendelkezésre álló pályahossz. A futópálya azon része, amelyet alkalmasnak találtak a repülőgépek biztonságos leszállásához. Hosszát az áthelyezett küszöb (threshold) befolyásolhatja.



2. sz. ábra: Közzétett távolságok, forrás: Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 1., Runways, 3-4.

#### Gurulóutak (Taxiways) [4]

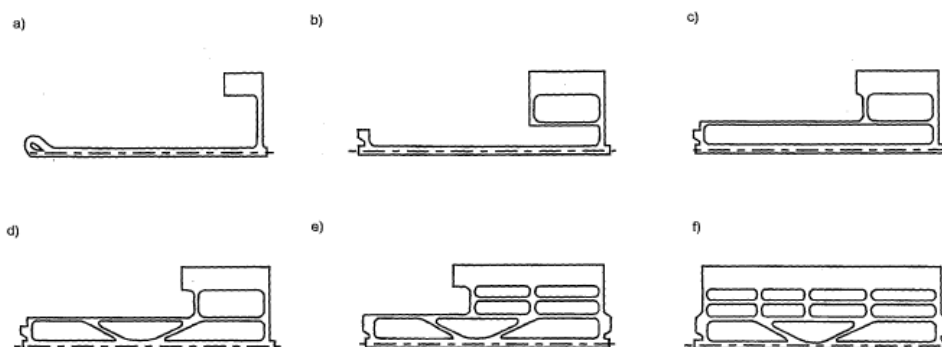
#### Gurulóút hálózatok

A gurulóutak hivatottak biztosítani a repülőgépek földi mozgását (gurulását – taxi) a forgalmi előterek, kiszolgáló és karbantartó helyek, utas kiszolgáló és teheráru kezelő épületek, illetve futópályák között. Természetesen a gurulóutakat nem csak repülőgépek, hanem más, földi kiszolgáló járművek, tűzoltók, mentők, esetleg utas- vagy áruszállító járművek is használhatják. A gurulóút hálózat (3. sz. ábra) kialakítását olyan módon kell megtervezni, ami biztosítja az előbb említett földi létesítmények legegyszerűbb megközelítését a lehető

legegyszerűsebb és relatíve nagy sebesség mellett, szem előtt tartva a biztonságos, balesetmentes földi közlekedést. A gurulóút hálózatot alapvetően befolyásolja a repülőtér mérete, az ott megjelenő forgalom nagysága, a futópályák száma, stb. A hálózat kiterjedtségét, összetettségét úgy kell kialakítani, hogy ne jelentsen ez szűk keresztmetszetet a földi közlekedésben és biztosítsa a folyamatos és akadálymentes forgalom áramlást.

A gurulóút hálózat tervezésekor az alábbi általános alapelveket szükséges szem előtt tartani:

- Törekedni kell az utak egyenes kialakítására, és, hogy a lehető legrövidebb útvonalat biztosítsák az egyes földi létesítmények között;
- Preferált az egyszerű, áttekinthető kialakítás annak érdekében, hogy a légijárművek vezetőinek minél könnyebb tájékozódást biztosítson a repülőtéren;
- Kerülni kell a szükségtelen gurulóút kereszteződéseket, valamint a gurulóutak és futópályák kereszteződését;
- Amennyiben lehetséges, törekedni kell a gurulóutak egyirányúságára a minél kevesebb forgalmi konfliktus érdekében. Forgalomáramlási vizsgálatokat szükséges végezni a futópályák mindkét irányának használata esetén annak érdekében, hogy biztosak lehessünk abban, hogy a gurulóút hálózat minden esetben megfelelően kiszolgálja a forgalom mozgását;
- A gurulóút hálózat csak annyira fog megfelelően működni, amennyire a legkevésbé megfelelő eleme működik, tehát már a tervezés fázisában ki kell szűrni az esetleges szűk keresztmetszeteket és át kell őket hidalni.



3. sz. ábra: Gurulóút hálózatok fejlettsége, forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays 1-5.

További praktikus, biztonsági és műszaki szempontok:

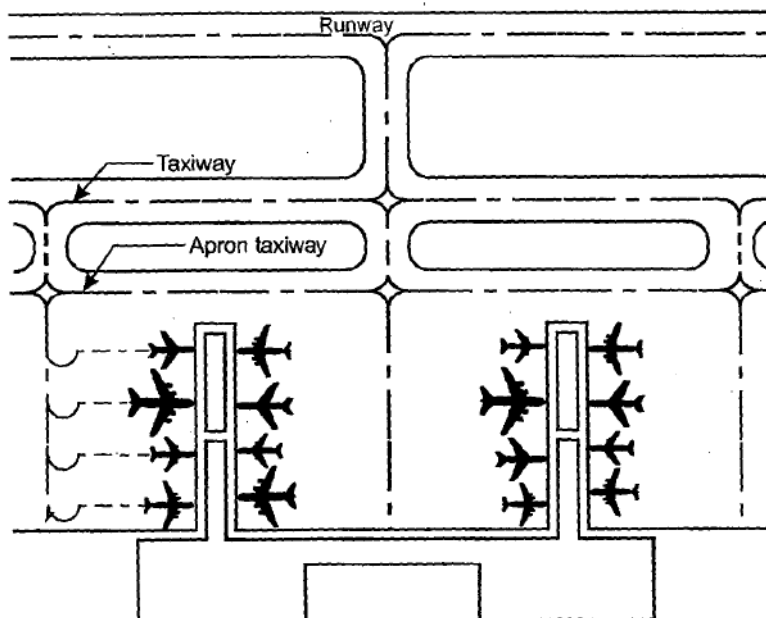
- A gurulóutak megtervezésénél figyelembe kell venni bizonyos biztonsági szempontokat is, például, hogy a repülőgépeket illetéktelen személyek ne közelíthessék meg, ne

akadályozhassák és veszélyeztessék a közlekedést és mások testi épségét a földi mozgások közben.

- A hálózatot úgy kell kialakítani, hogy a rajta közlekedő járművek ne okozzanak interferenciát a navigációs berendezések működésében.
- A repülésirányító toronyból biztosítva kell legyen a rálátás a teljes gurulóút hálózatra, az egyes beláthatatlan helyek kamerákkal megfigyelhetők, azonban törekedni kell a szabad szemmel történő beláthatóságra.
- A hajtóművekből kiömlő nagysebességű gázok (jet blast) felhordhatnak a felületekre különféle szennyeződéseket, mint például port, kavicsokat, szemetet, stb., ennek elkerülése érdekében a közlekedési felületek melletti földet tömöríteni szükséges, de a füvesítés is megoldást nyújthat. Hogy ne tegyenek kárt sem emberben, sem épületekben a kiömlő gázok, ezek megtörésére szolgáló palánkok, kerítések telepítésére lehet szükség bizonyos helyeken, ezeket is a tervezés fázisában szükséges megállapítani.

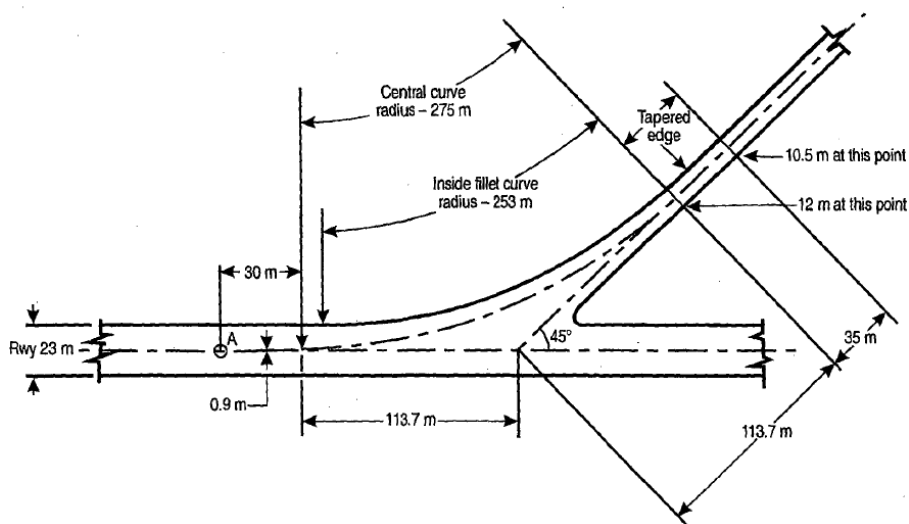
#### *Gurulóút típusok*

A forgalmi előtereket összekötő gurulóutaknak két típusát különböztethetjük meg, a forgalmi előtér burkolatába olvadó (apron taxiway), csak felfestésekkel elkülönített guruló utat és a különálló, forgalmi előtértől független guruló utat (taxiway) (4. sz. ábra).



3. sz. ábra: A forgalmi előtérbe olvadó és az attól különálló gurulóút, forrás: Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays 1-4.

Megkülönböztetjük az úgynevezett gyors legurulóutakat (rapid exit taxiway) (5. sz. ábra), melyek lehetővé teszik a futópálya elhagyását nagyobb sebességgel, mint a 90°-ban csatlakozó gurulóutak. Az ICAO 14-es Annex ajánlása alapján „a gyors legurulóút csatlakozási szöge a futópályához ne legyen nagyobb, mint 45° és ne legyen kisebb, mint 25°. A legmegfelelőbb csatlakozási szög 30°”.



4. sz. ábra: Gyors legurulóút, forrás: Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays 1-32.

A negyedik és egyben utolsó típus a gurulóút hídon (taxiway on bridge) (6. sz. ábra). Bizonyos repülőterek kialakítása, futópálya vagy gurulóút bővítések során szükség lehet olyan gurulóút kialakítására, amely áthidal valamilyen akadályt (közforgalmi utat, vasútvonalat, csatornát, folyót, stb.). Amennyiben híd kialakítású gurulóút építésére van szükség, ezt úgy szükséges kivitelezni, hogy sem a földön közlekedő légijárműveknek, sem pedig az esetlegesen beavatkozó mentő és tűzoltó járműveknek ne okozzon nehézséget.



1. sz. kép: Gurulóút hídon, forrás: <http://structurae.net/structures/taxiway-bridge-e1east>

### Gurulóutak szélessége

A gurulóutak hosszúságáról azért nincs értelme beszélni, mert azt alapvetően a futópálya hosszúsága fogja meghatározni, illetve a gurulóút hálózat számos szakaszból áll, amik hosszát nem különféle szabályozók, hanem a praktikum befolyásol.

A gurulóutak szélessége azonban már szabályozott dimenzió, szoros összefüggésben áll a felszállópálya karakterisztikájával, ugyanis ahogy már korábban kifejtettem, ez determinálja a repülőtéren kiszolgált forgalmat, így a gurulóutaknak is illeszkednie kell ezekhez az arányokhoz (3. sz. táblázat).

3. sz. táblázat: Gurulóutak szélessége a repülőtér referencia kód betűinek viszonylatában

Kód betű	Gurulóút szélessége
A	7,5m
B	10,5m
C	15m, ha a gurulóutat olyan repülőgép típus fogja használni, amelynek a tengelytávolsága kevesebb, mint 18m; 18m, ha az üzemeltetni kívánt repülőgép típus tengelytávolsága megegyezik, vagy több, mint 18m
D	18, ha az üzemeltetni kívánt repülőgép típus főfutóinak külső abroncs távolsága kevesebb, mint 9m; 23m, ha az üzemeltetni kívánt repülőgép típus főfutóinak külső abroncs távolsága megegyezik, vagy több, mint 9m
E	23m

Forrás: ICAO Doc 9154, Airport Planning Manual, Part 1, Master Planning, 1-50.

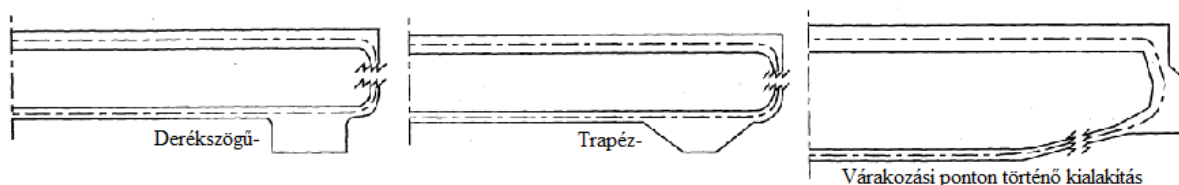
### *Kitérő várakozó helyek (Holding bays) [4]*

A kitérő várakozó helyek, és más, úgynevezett kikerülést lehetővé tevő helyek (bypass) logikailag nem az előző csoportba, azaz a közlekedést lehetővé tevő felületek közé tartoznak, hanem a forgalomszervezést megkönnyítő és elősegítő funkcióval rendelkeznek. Ugyanis, ha a légiforgalmi irányító engedélyezi a kigurulást egy légi járműnek a gurulóútra, annak ott sem megfordulásra, sem lehúzódásra sincs lehetősége és elegendő tere, amennyiben szembe találkozik egy másik repülőgéppel. Továbbá és elsősorban abból a célból, tudniillik a felszállási sorrend megváltoztatásából adódóan nyílik szükség a kitérő várakozó helyek létrehozására, elsősorban a felszállópálya és gurulóutak találkozásánál, amit felszállópálya bejáratnak (runway entrance) hívunk.

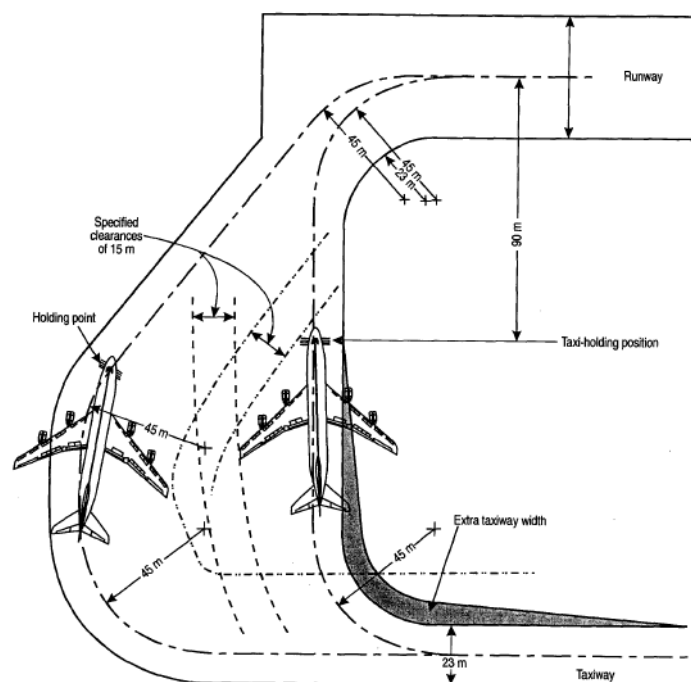
Fajtájukat tekintve három alaptípust különböztethetünk meg:

- Kitérő várakozó helyek: egy meghatározott terület, ahol egy adott repülőgép várakozhat, vagy kikerülhet;
- Dupla gurulóút: egy második gurulóút, vagy kikerülést lehetővé tevő gurulóút a normál gurulóúttal párhuzamosan;
- Dupla felszállópálya bejárat: a gurulóút és felszállópálya összeköttetés megkétszerezése.

A továbbiakban ábrák segítségével mutatom be a lehetséges kikerülési és várakozási megoldásokat:

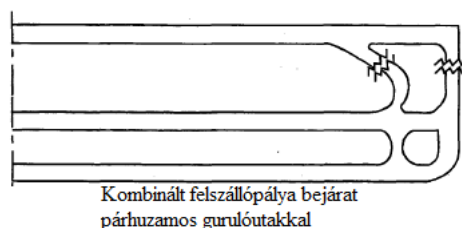
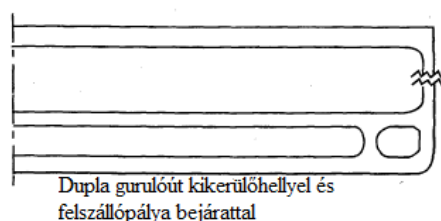
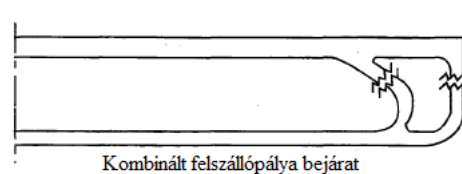
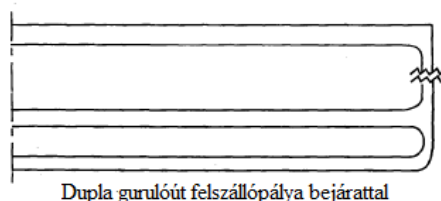
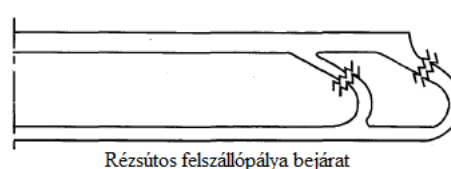
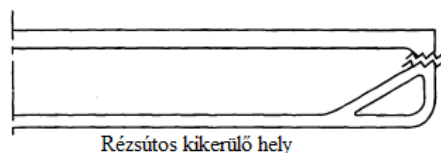
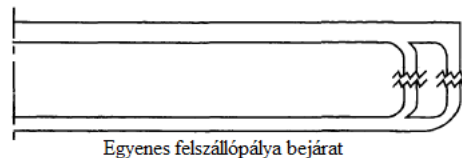
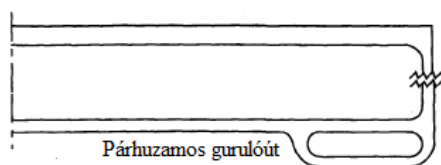


6. sz. ábra: Példák kitérő várakozási helyek kialakítására, forrás: Forrás: ICAO Doc 9157 *Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays 2-2.*



7. sz. ábra: Kitérő várakozási hely részletes bemutatása, forrás.: ICAO Doc 9157 *Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays 2-3.*

Forrás: Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays 2-3.



8. sz. ábra: Példa dupla gurulóúttal megoldott kikerülésre

9. sz. ábra: Példa dupla felszállópálya bejárat

Forrás: ICAO Doc 9157 Aerodromes Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays, 2-4, 2-5.



## *Összegzés*

Munkám során bemutattam mindazokat a repülőtéri elemeket, amelyek szükségesek és nagyban befolyásolják a repülőeszközök, ezáltal a légierő üzemelését, munkáját. A már megépült és használatban levő repülőterek esetében időről időre és az esetlegesen újonnan megjelenő légijármű típusnál (legideálisabb esetben még az odaérkezését megelőzően) szükséges megvizsgálni, hogy megfelelőek e az infrastrukturális körülmények, különösen, ha jelenléte permanens. Fontos, hogy a rendelkezésre álló berendezések folyamatosan üzemkészek legyenek, ezt rendszeres ellenőrzések útján lehet biztosítani.

Nem kíséreltem meg a különböző elemeket egyben bemutatni, azaz egy létező repülőteret alapul venni, ugyanis mindegyikre más-más adottságok jellemzőek, úgy földrajzilag, mint a forgalmat tekintve. Tehát jobbnak véltem külön-külön, mintegy „puzzle” darabonként bemutatni, így szétválaszthatók azok az elemek, melyekből kiemelhetjük az adott körülményekhez legmegfelelőbbben illő.

Azt is meg kell említsem, hogy tekintetbe véve a terjedelmi korlátokat, csak a legrelevánsabb, és legalapvetőbb elemek bemutatására volt lehetőségem. Későbbi kutatásaim során szeretném bemutatni az utas kiszolgálást, a csomag- és teheráru kezelést, a kifejezetten katonai elemeket és szempontokat, illetve a polgári-katonai repülőtér felhasználás esetében alkalmazható infrastruktúrát.

## *Felhasznált irodalom*

- [1] ICAO Annex 14/I. Repülőtér tervezés és üzemeltetés, 2004. július., 4. kiadás
- [2] ICAO Doc 9184 Airport Planning Manual, Part 1 - Master Planning, 2nd edition, 1987., ISBN 92-9194-338-X
- [3] ICAO Doc 9157 Aerodrome Design Manual, Part 1 – Runways, 3rd edition, 2006., ISBN 978-92-9231-065-3
- [4] ICAO Doc 9157 Aerodrome Design Manual, Part 2 - Taxiways, Aprons and Holding Bays, 4th Edition, 2005., ISBN 92-9194-473-4
- [5] Krajnc Zoltán: A légierő megváltozott szerepe a 21. század hadviselésében, Budapest, Geopolitikai Tanács Közhasznú Alapítvány, 2006, 74 p. (Műhelytanulmányok 7.)
- [6] Krajnc Zoltán: A légierő alkalmazásának alapkérdései, Új Honvédségi Szemle, 2005/7., pp. 87 – 98.

## ***Krajnc Zoltán: A célpont-kiválasztási, művelettervezési paradigmák és légi hadviselés<sup>1</sup>***

### *Bevezetés*

A katonai repülőgépek megjelenése a hadszíntéren alapjaiban változtatta meg a háború jellegét, mivel a hadviselést kiterjesztette a harmadik dimenzióba, és ezáltal megteremtette a lehetőséget az addig még el nem érhető hátország támadásának, valamint egy sor olyan tevékenységnek (légi felderítés, tüzérségi tűzhelyesbítés, stb.) amelyek a levegőből hatékonyabban végrehajthatóak. A légierő így nagyon gyorsan a pusztítás, a csapásmérés legfőbb eszközévé vált.

A csapásobjektumok, a megsemmisítendő (bénítandó) célok kiválasztása a mindenkori stratégiák, hadművelati tervezők alapvető feladatává vált, így a légierő hadművelati alkalmazásával foglalkozó elméletek központi elemét is a célpontok meghatározásának kérdésköre képezi.<sup>2</sup>

### *A légierő. mint a légi hadviselés legfőbb aktora*

Phillip Meilinger<sup>3</sup> szerint „a légierő a belső lényegéből fakadóan stratégiai erő [...] elsősorban támadó jellegű”, ebből adódóan már korán kialakult az a követelmény a légierővel szemben, hogy legyen képes megfosztani az ellenséget a háború megkezdéséhez vagy folytatásához szükséges hadipotenciáltól. Az ezen cél érdekében szervezett hadműveleteket nevezik a szövetség légierő-elméletében stratégiai légitámadásnak, amely az alkalmazásra kerülő pusztító eszközök jellegétől függően lehet hagyományos és/vagy nukleáris jellegű. NATO-elvek szerint végrehajtható földi, légi indítású, vagy tengeri bázisú manőverező robotrepülőgépekkel, ballisztikus rakétákkal és pilóta által vezetett gépekkel vagy a fentiek kombinációjával egyaránt.

A stratégiai légitámadásnak illeszkednie szükséges a teljes háború megvívására vagy a válságkezelés katonai feladatainak végrehajtására kidolgozott stratégiához, a legfőbb elgondoláshoz. A szövetség hivatalos, doktrínákban deklarált háborúfelfogása alapvetően

---

<sup>1</sup> „Az összhaderőnemi és légi műveletek evolúciója” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Krajnc Zoltán, Lükő Dénes: A légierő képességeinek az áttekintése, *Hadtudományi Szemle* 3: pp. 34-44. (2010)

<sup>3</sup> Phillip S. Meilinger az USAF ezredese, bölcsészdoktor, PhD-fokozatát a University of Michiganon szerezte. Jelenleg a School of Advanced Air Power Studies légierő-történelem professzora. Korábban többek között szolgált az US Air Force Academy-n hadtörténelem tanszékvezetőként és az Air Staff Doctrine Division doktrínafejlesztőjeként. Főbb publikációi: MEILINGER, Phillip S.: Hoyt S. Vandenberg: The life of a General. Indiana University Press, Bloomington, 1989.; uő: The Problem with Our Air Power Doctrine. *Air Power Journal*, 1990, Spring.; uő: Air Strategy: Targeting for Effect. *Aerospace Journal*, 1999, Winter.; uő: Ten Propositions Regarding Airpower. *Aerospace Journal*, 1996, Spring.; uő: The Air Force in the Twenty-first Century: Challenge and Response. *Air Power Journal*, 1990, Winter.

megegyezik a klasszikus clausewitz-i értelmezéssel. Azonban a fegyveres küzdelem belső tartalmát, lehetséges lefolytatásának menetét mindenkor az időszak követelményeinek és a haditechnika lehetőségeinek megfelelően alakítják. A legaktuálisabb kutatási eredményeket – amelyekben már felhasználták az Öböl-háború és a délszláv válság tapasztalatait is – már publikálták szakmai folyóiratokban és az úgynevezett „draft”-ra<sup>4</sup> bocsátott doktrínatervezetekben is. A háború lehetséges lefolytatásának menetében, valamint a légierő által betöltött szerepben egyfajta paradigmaváltás zajlott le, szakítottak az úgynevezett „hagyományos” vagy másképpen „szárazföldi” szemléletű felfogással.

A hagyományos (szárazföldi<sup>5</sup>) szemléletű háború-koncepció szerint a konfliktus időbeli lefolyása szétválasztható három, tartalmában és céljaiban eltérő, egymástól jól elkülöníthető szakaszra. Az első időszakban a fő feladat a támadó ellenség feltartóztatása, tényérésének a megakadályozása, a saját veszteségek minimalizálása, a háborús potenciál megőrzése. A második szakasz lényegi tartalma annak az erőnek a létrehozása, amely képes lesz a harmadik szakaszban tervezett ellentámadással az eredeti helyzet visszaállítására (védelmi háború esetén). A második időszakban már elkezdődik az ellenség gyengítése, és amikor az ellenség támadása végleg kifulladás, akkor a saját erők kezébe kerül a stratégiai kezdeményezés, és megindulhat az ellentámadás. Ezt a fő váltópontot a NATO-irodalmakban „kulminációs pont”-ként aposztrofálják. Tehát leegyszerűsítve a szakaszolást, a kezdeti időszakban a „túlélés”, majd a szükséges fegyveres erő létrehozása, felkészítése, felvonulása és alkalmazása a jellemző.

A légierő harci alkalmazása is ezen időszakok céljainak a sikerét szolgálja. Az első szakaszban a légierő elsősorban légvédelmi (védelmi légi szembenállás) műveleteket hajt végre, megőrzi (visszanyeri) a légi uralmat (főlényt), és kedvező feltételeket teremt a felszíni erők számára, hogy azok végre tudják hajtani a mozgósítást, a feltöltéseket, valamint a hadműveleti szétbontakozást<sup>6</sup>.

Természetesen ebben az időszakban nem csak légvédelmi jellegű tevékenységek folynak, azonban a légierő harci repülései és a felszíni erők légi hadviselési potenciálja a légtérellenőrzés megkívánt fokának az elérését célozzák. A második szakasz jellegzetessége,

---

<sup>4</sup> A doktrínafejlesztés folyamatában a véleményezésre kiadott publikációt „draft”-változatnak, a véleményezési eljárást pedig draftnak nevezik.

<sup>5</sup> A „szárazföldi” jelzőt az amerikai szakirodalom nevezi az általuk hagyományosnak, elavultnak nevezett háborúfelfogásra.

<sup>6</sup> Csengeri János: „Operation Allied Force” a NATO légi háborúja a dél-szláv válság megoldása érdekében 1. In: Repüléstudományi Közlemények XXV:1, 2013.pp. 114-125., valamint Csengeri János: A dél-szláv légi háború: A NATO légi háborúja a dél-szláv válság megoldása érdekében 2. In: Repüléstudományi Közlemények, XXV:1, 2013. pp. 126-133.

hogy döntően a felszíni erők támogatására irányul, főleg harctevékenységi körzetek elszigetelését, közvetlen légi támogatást, légi szállításokat és egyéb légi biztosítási feladatokat hajtanak végre. A stratégiai kezdeményezés megragadása után (elérve a kulminációs pontot) a légierő tevékenysége elsősorban a politikai célok elérését biztosító stratégiai légitámadásokból, valamint a felszíni erők térnyerését elősegítő műveletekből tevődik össze.

Az úgynevezett modern szemléletű háború-koncepció megalkotását az ebbe szükségessé, hogy megváltoztak a lehetséges konfliktusok jellemzői. A két ország (koalíció) közötti klasszikus fegyveres konfrontáció bekövetkezésének az esélye lecsökkent. A valószínűsíthető konfliktusra rányomja a bélyegét a globalizáció folyamata, az érdekelt széles köre, a nemzetközi szervezetek aktív szerepvállalása, valamint a korszerű haditechnika lehetőségeivel precíziós pusztító eszközök alkalmazása.

A fegyveres konfliktus nem osztható fel szakaszokra olyan egyszerűen. Fő különbségként jelentkezik, hogy a kulminációs pont és az erők megerősítése között nincs olyan szoros kapcsolat, a stratégiai kezdeményezés megragadható már az ellentámadás megkezdése előtt.

Ezt a lehetőséget a szövetségesek olyan erők és technológia fenntartásával kívánják biztosítani, amelyek lehetővé teszik a hatékony beavatkozást a NATO teljes érdekeltségi területén. A szövetségben nem titkolják, hogy ez jelenleg csak az Egyesült Államok légi és űrhadviselési erői alkalmazásával biztosított. Fontosnak tartják a koncepcióalkotók azt is, hogy ez a háborúelmélet modellt jelenthet bizonyos válságkezelési szituációkban is. A katonai műveletekkel párhuzamosan a politikai, nemzetközi jogi, diplomáciai lépéseket is a háború szerves részének tekintik.<sup>7</sup>

A modernebb felfogáshoz tartozik a már röviden tárgyalt úgynevezett „parallel war”<sup>8</sup> (párhuzamos háború) elmélete is. A parallel- vagy hyper-háború<sup>9</sup> ideája John Warden célpont-kiválasztási metodikájából<sup>10</sup> fejlődött ki, amelyet az Öböl-háború idején Irak ellen a gyakorlatban is alkalmaztak a Desert Shield és a Desert Storm hadműveletekben. Minden hadászati támadás tervezésének az alapját képezi, hogy a politikai célokat milyen

---

<sup>7</sup> Krajnc Z. – Ruttai L. - Kalmár: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei I. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 52 – 71.

Krajnc Z. – Ruttai L. - Kalmár: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei II. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 47 – 61.

<sup>8</sup> Esetenként „parallel attack”-ként szerepel a különböző irodalmakban.

<sup>9</sup> SZAFRANSKI, Richard: Parallel War and Hyperwar: Is Every War a Weakness? <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/aureview/index.html>

<sup>10</sup> Jól megfigyelhető, milyen gyakran nyúlnak vissza a kortárs nyugati katonai gondolkodók a hadtudomány klasszikusaihoz. Ebben az ellenség-modellben is Clausewitzet adaptálta Warden. A „targeting process” részletes leírását lásd: WARDEN, John: Enemy as a system. Air Power Journal, 1995, Spring.

transzformáción<sup>11</sup> keresztül kívánják megvalósítani, vagyis mi módon akarják a stratégiai bénítást (strategical paralysis) elérni. A konkrét elemzéshez még feltétlen tisztázni kell a szorosan ide tartozó úgynevezett „stratégiai súlypontok”<sup>12</sup> kategóriájának a lényegét is. A stratégiai súlypont alatt a társadalom vagy bizonyos alrendszerei azon jól megragadható centrumait értik, melyek kikapcsolása esetén az adott rendszer működésében olyan zavarok keletkeznek, amelyek lehetetlenné teszik a további alaprendeltetészerű működést.

Warden híressé vált „ötgyűrűs”-módszere a társadalmat öt alrendszerre osztotta fel. Az egyes alrendszerek stratégiai súlypontjait a stratégiai tervezés folyamán határozzák meg, légierővel való pusztításukat stratégiai légi támadások keretében hajtják végre. Az öt alrendszer: az ország vezetése, a gazdaság „kulcs-fontosságú” ágai, területei, az infrastruktúra, a lakosság és a fegyveres erők (harcoló vagy harchoz felkészülő csapatok).

A modell megalkotását a katonai szférában is egyre jelentősebb szerepet játszó költség- és hatékonyság-elemzés, valamint a műveletek kockázatának az összevetése indukálta, mert követelményként jelentkezik a politikai döntéshozói szintről, hogy a katonai műveleteket a lehető legkisebb ráfordítással ériék el a civil lakosság minimális szenvedései mellett. A „gyűrű a gyűrűben” ábrázolás jól szemlélteti, hogy a rendszerként felfogott ellenség-értelmezés esetén a belső gyűrűk pusztítása (semlegesítése) a külsőbb gyűrűk működési zavarait is okozza. Így ha a legbelső gyűrűben ábrázolt politikai vezetés a fő célpont, akkor annak sikeres támadása esetén a teljes rendszer, az „összes gyűrű” működésképtelenné válhat.

Lényeges része a koncepciónak a saját erők bevetési kockázatának a vizsgálata is, amely szerint is indokolt a belsőbb gyűrűk támadása, hiszen a külső gyűrűben ábrázolt fegyveres erők közvetlen pusztítása a nagy erőforrás- és időigényen kívül rendkívül nagy rizikóval jár. Erősíti ezt a hatást, hogy a nyugati társadalmak egyre nehezebben tolerálják az emberi veszteséget. Különösen igaz lehet ez a szövetséges műveletekben, amelyek sokszor csak áttételesen szolgálják a nemzeti érdekeket.

Az ötgyűrűs-modellt az Öböl-háború után a doktrínafejlesztők felülvizsgálták, és továbbfejlesztve megalkották az úgynevezett „hatgyűrűs” célpont-kiválasztási modellt, amelyben kissé másképpen tagolták alrendszerekre a társadalmat, valamint pluszként értelmezték az esetleges koalíció vagy nemzetközi kapcsolatok befolyásoló hatását a konfliktusra. A célpont-kiválasztási folyamatban a politikai és a legfelsőbb katonai

---

<sup>11</sup> A már tárgyalt Robert Pape-féle „mechanism”-ról van szó itt is.

<sup>12</sup> „Centers of gravity”. Ez a fogalom többféle néven jelentkezik a klasszikusok munkásságában: Douhet „vitális központ”-nak, LeMay „vitális célpont”-nak, Jomini „döntő stratégiai pont”-nak, Liddel Hart „stratégiai Achilles-sarok”-nak, Mitchell pedig „idegi célpont”-nak nevezte.

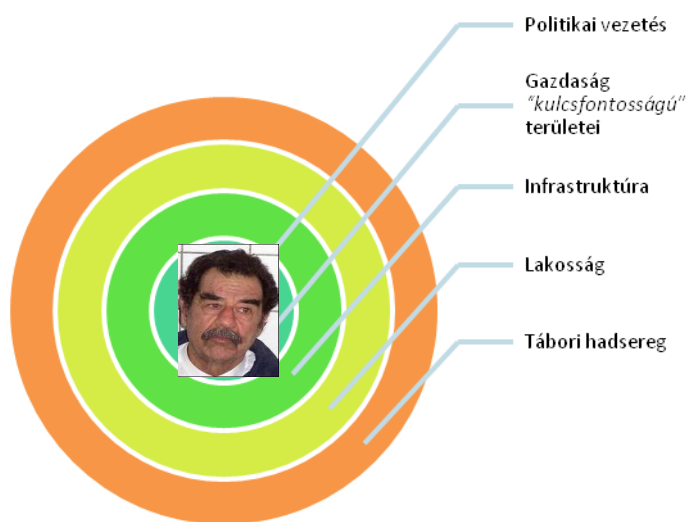
irányelveknek megfelelően az egyes alrendszerek stratégiai súlypontjait kell meghatározni és összevetni a katonatechnikai szempontokkal.

### „Az ellenség, mint rendszer”

A teória, amelyet az „Ellenség, mint rendszer” tanulmányban<sup>13</sup> jelentetett meg, sokak szerint mérföldkő volt az amerikai stratégiai szintű háborús tervezésben. A tanulmány nem tisztán csak egy elméleti jellegű cikk volt, hanem a gyakorlatban az 1991-es Öböl-háború stratégiai légi műveleteinek a vázát is ez a tervezési-kiválasztási metódus képezte.

A célpontkiválasztás elméletéhez tartozik még az ún. „parallel war”<sup>14</sup> (párhuzamos háború) elmélete is, amelyben John Warden a légi támadások időzítését, a légi csapások struktúráját gondolta felépíteni. Az elmélet az amerikai légierő várható mennyiségi és minőségi dominanciáján alapszik, amely szerint az ellenséget lehetőleg a háború mindhárom szintjén<sup>15</sup>, a csúcstechnológiájú fegyverzettel végrehajtott légi csapásokkal kell úgy „elárasztani”, hogy ne legyen képes hatékony válaszlépésre.

A parallelháború ideáját az Öböl-háború idején Irak ellen a gyakorlatban is alkalmazták



1. sz ábra: Warden “ötgyűrűs” célpont-tervezési modellje

kategóriájának a lényegét is.

a Desert Shield és a Desert Storm hadműveletekben.

Minden hadászati (stratégiai) támadás tervezésének az alapját képezi, hogy a politikai célokat milyen transzformáción keresztül kívánják megvalósítani, vagyis mi módon akarják a stratégiai bénítást (strategical paralysis) elérni. Az elmélet ismertetéséhez még feltétlen tisztázni kell a szorosan ide tartozó ún. „stratégiai súlypontok”<sup>16</sup>

<sup>13</sup> Warden, John A. III (1995). *“Enemy as a System”*. Airpower Journal Spring (9): 40-55.

<sup>14</sup> Esetenként „parallel attack”-ként szerepel a különböző irodalmakban.

<sup>15</sup> Harcászati, hadműveleti és stratégiai szint.

<sup>16</sup> „CENTERS OF GRAVITY”. Ez a fogalom többféle néven jelentkezik a klasszikusok munkásságában: Douhet *“vitális központnak”*, LeMay *“vitális célpontnak”*, Jomini *“döntő stratégiai pontnak”*, Liddel Hart *“stratégiai Achilles-saroknak”*, Mitchell pedig *“idegi célpontnak”* hívta.

A stratégiai súlypont alatt a társadalom, vagy bizonyos alrendszereinek, azokat a jól megragadható centrumait értik, melyek kikapcsolása esetén az adott rendszer működésében olyan zavarok keletkeznek, amelyek lehetetlenné teszik a további alaprendeltetészerű működést. (szerző)

Warden híressé vált „ötgűrűs”-módszere a társadalmat öt alrendszerre osztotta fel. Az egyes alrendszerek stratégiai súlypontjait a stratégiai tervezés folyamán határozzák meg, légierővel való pusztításukat stratégiai légi támadások keretében hajtják végre. Az öt alrendszer: az ország vezetése, a gazdaság „kulcs-fontosságú” ágai, területei, az infrastruktúra, a lakosság, és a fegyveres erők (harcoló, vagy harchoz felkészülő csapatok).

A modell megalkotását a katonai szférában is egyre jelentősebb szerepet játszó költség és hatékonyság-elemzés valamint a műveletek kockázatának az összevetése indukálta, mert követelményként jelentkezik a politikai döntéshozói szintről, hogy a katonai műveleteket a lehető legkisebb ráfordítással ériék el a civil lakosság minimális szenvedései mellett. A „gyűrű a gyűrűben” ábrázolás jól szemlélteti, hogy a rendszerként felfogott ellenség-értelmezés esetén, a belső gyűrűk pusztítása (semlegesítése) a külsőbb gyűrűk működési zavarait is eredményezi. Így ha a legbelső gyűrűben ábrázolt politikai vezetés a fő célpont, akkor annak sikeres támadása esetén a teljes rendszer, az „összes gyűrű” működésképtelenné válhat.

Lényeges része a koncepciónak a saját erők bevetési kockázatának a vizsgálata is, amely szerint is indokolt a belsőbb gyűrűk támadása, hiszen a külső gyűrűben ábrázolt fegyveres erők közvetlen pusztítása a nagy erőforrás- és időigényen kívül, rendkívül nagy rizikóval jár. Erősíti ezt a hatást, hogy a nyugati társadalmak egyre nehezebben tolerálják az emberi veszteséget. Különösen igaz lehet ez a szövetséges műveletekben, amelyek sokszor csak áttételesen szolgálják a nemzeti érdekeket. A célpont kiválasztási folyamatban, a politikai és a legfelsőbb katonai irányelveknek megfelelően az egyes alrendszerek stratégiai súlypontjait kell meghatározni és összevetni a katonatechnikai szempontokkal.

#### *A hatás alapú műveletek, mint a korszerű művelettervezés formája*

Az aszimmetrikus viszonyok közötti hadviselés megköveteli a hatásalapú tervezési módszerek alkalmazását.<sup>17</sup> A hatás alapú műveletek (Effect Based Operations – EBO) definíciója nem található meg egységes, „kristály tiszta” formában, a szakirodalomban. A definíciók, hasonlóan a terrorizmus fogalom megfogalmazásokhoz, elsősorban „körül írnak” e

---

<sup>17</sup> Krajnc Zoltán: Az asszimmetrikus hadviselés, fenyegetés alapkérdései, Repüléstudományi Közlemények (ISSN: 1417-0604) (eISSN: 1789-770X) 20: (1) p. online. 7 p. (2008)

művelettípust, nem adnak koherens, egzakt megfogalmazást arra, hogy mi is a hatásalapú művelet, hanem inkább tulajdonságainak, jellemzőinek a leírásával ragadják meg a lényegét.

A hatásalapú művelet:

- Nem teljesen új hadviselési forma, az alapelemeit már jól ismerte és alkalmazta a hadtörténelem folyamán sok hadvezér, többek között Sun Tze, Dzsingisz Kán, Napóleon, Eisenhower és Schwartzkopf<sup>18</sup> is.
- Döntően szemléletmód, tervezési metódus, amely nem a közvetlen hatásokra fókuszál, hanem a másodlagos, harmadlagos stb. hatásokra, amelyeket a megkívánt hadműveleti végcéljal, végállapottal próbál szinkronba hozni. Az úgynevezett „nem kívánt hatásokat” is modellezi, és megkísérli a szolgálatába állítani.
- Választ ad arra, hogy a megsemmisítendő célpontokat milyen elvek szerint kell kiválasztani („enemy as a system”), illetve, hogy a célpontok megsemmisítése (elnyomása, lefogása) milyen rendben történjen („parallel vs series warfare”,<sup>19</sup> „sequential or simultaneous attack”<sup>20</sup>).
- „Multidimenzionális” abban a tekintetben, hogy a politikai, szociális, gazdasági és jogi, valamint humanitárius tényezők sokszor kiemelt szerepet kapnak.
- A résztvevők, érdekelték köre rendkívül széles körű lehet mind az ellenséget, a semleges erőket, mind a szövetségeseket illetően.
- Átlépi a stratégiai, hadműveleti és harcászati „tradicionális kereteket”.
- Non-lineáris jellegű, mert egy viszonylag „kisebb” ráhatás (művelet, tevékenység) is hatványozottan „nagyobb” eredményeket, változásokat hozhat.
- Dinamikusan változhat a résztvevők köre és elérendő céljaik, érdekeik.
- Döntően egyfajta keretet ad az összhaderőnemi („joint”) szemléletet meghaladó, úgynevezett „metajoint” vagy „interagency” (ügynökségek közötti) hadviselésnek, amely különösen előtérbe került a terrorizmus elleni harc (háború) kapcsán.

A hatásalapú műveletek és környezetük jellemzői után röviden összegzem azt a szemléletmódot, amely szerint a műveleti tervezők meghatározzák a megsemmisítendő célpontokat. A hatásalapú célpont-kiválasztás a hadszíntér felfogásában képez egyfajta új megközelítési módot. Az ellenséget, mint rendszert, mint rendszerek rendszerét („system of

---

<sup>18</sup> Analyzing Effects Based Operations (EBO) Workshop Summary  
<http://www.mors.org/publications/phalanx/mar02/lead.htm>

<sup>19</sup> „Párhuzamos vs egymás utáni jellegű” hadviselés.

<sup>20</sup> „Egymást követő vagy egyidejű” célpont-támadás.



systems”) kezeli, és a már korábban definiált stratégiai súlypontok („Center of Gravity – COG”) meghatározására, e súlypontok pusztításának hatásaira és a „hatások hatásaira” fókuszál.

A tervezés az elérendő hatásokból (eredményekből) „visszafelé” indulhat el, amikor is a célkitűzésnek megfelelő COG-okat elemezve azt megfogható, fizikailag rombolható, bénítható célpontokra bontják, amelyek elleni konkrét (légi) támadások tervezendők. A tervezés során ekkor modellezni kell az elsődleges és a „lökéshullámszerűen” terjedő egyéb hatásokat is.

Végezetül fogalmazzunk meg egy munkadefiníciót! A „hatásalapú művelet olyan művelettervezési szemléletmódot jelent, amely nem a megsemmisítendő célpontok által keltett elsődleges hatások szerint működik, hanem azt vizsgálja, hogy az elérendő (politikai, katonai) végállapotot milyen hatásokkal érhetjük el, és ezekhez mely célpontokat és milyen ütemezéssel kell támadnunk.”

#### *Felhasznált irodalom*

1. Strategic Thinking and Planning: A Concept Summary of Strategy and the Prometheus Process (Venturist Publishing 2008. Montgomery Alabama ISBN: 978-0981794600)
2. Winning in Fast Time: Harness the Competitive Advantage of Prometheus in Business and Life (Venturist Publishing 2008. Montgomery Alabama ISBN: 978-0971159143)
3. Success in Modern War: A Response to Robert Pape’s Bombing to Win (Security Studies Winter 1995. p.87-93.)
4. The Gulf War: How influenced Planning and Execution in From Total War to Total Victory (Cattigny Military History Series March 1995.)
5. Enemy as a System (Airpower Journal Spring 1995 p.40-55.)
6. The Air Campaign: Planning for Combat (National Defence University Press 1988. Washington D.C)
7. The Air Campaign (reprint edition Oct. 1998. pp 204. ISBN: 1583481001)
8. Csengeri János: „Operation Allied Force” a NATO légi háborúja a dél-szláv válság megoldása érdekében 1. In: Repüléstudományi Közlemények XXV:1, 2013.pp. 114-125.
9. Csengeri János: A dél-szláv légi háború: A NATO légi háborúja a dél-szláv válság megoldása érdekében 2. In: Repüléstudományi Közlemények, XXV:1, 2013. pp. 126-133.
10. Krajnc Zoltán, Lükő Dénes: A légierő képességeinek az áttekintése, Hadtudományi Szemle 3: pp. 34-44. (2010)
11. Krajnc Zoltán: Az asszimetrikus hadviselés, fenyegetés alapkérdései, Repüléstudományi Közlemények (ISSN: 1417-0604) (eISSN: 1789-770X) 20: (1) p. online. 7 p. (2008)
12. Krajnc Z. – Ruttai L. - Kalmár: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei I. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 52 – 71.
13. Krajnc Z. – Ruttai L. - Kalmár: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei II. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 47 – 61.

***Krajnc Zoltán: The emerging new area of science: ecology of warfare (new paradigms in planning and conducting of military operations)<sup>1</sup>***

*Introduction*

If look back in the history we may establish the fact that violence, armament and wars always accompanied the development of the human culture. It is possible this turned into the part of our culture. With the development of the technology this phenomenon stepped onto a level like that that means increasingly bigger load to our natural environment. The man shapes his environment to his own profit since millennia, causes considerable ecological changes, which have negative effects many times, with his activities. Here example which can be enumerated the complex issue of the warfare. This an area like that which one does not figure in that system generally when this topic arises.

If we examine it easily better justifiable that dealing with this would be reasonable. Related environmental researches outlined creating a new interdisciplinary area of science with this area that with more names nominate in the literature. His name depends on it that from where the examined area is approached.<sup>2</sup> These applied ecologies insure taxonomies with his help can be examined the contact of the warfare and the environment and his interactions. Moreover these processes well illustrate his consequences. The ecology approaches are relevant trend in air warfare planning systems, too.<sup>3</sup>

*Fundamental concepts, categories*

Before we more deeply would examine connection system of warfare (the military operations, armed conflicts, wars, use of military forces in crises) and ecology convenient to clear up some scientific fundamental concepts.

“The ecology” expression as a terminus technicus firstly was used by the German zoologist Ernst Haeckel who created it from the Greek words “oikosz” (residence) and “logos” (science). Haeckel defined ecology as the study of the relationship of organisms with their

---

<sup>1</sup> „Az összhaderőnemi és légi műveletek evolúciója” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup>The area of security and protection is the part of global political ecology according to some researchers. With other words this applied ecology is integral part of political ecology (his subsystem or segment). According to other opinions it is one of the parts of so-called “human ecology” created by Park and Burgess who were founders the so-called Chicago school's in the 1920 years. The human ecology as a new are of sciences is dealing with the mutual contact of the nature and the man. This science with interdisciplinary characters settles down in the border of the natural science and the social science. The human ecology examines the direct and indirect reasons of the formation of the global problems.

<sup>3</sup> Krajnc Zoltán, Lükő Dénes: A légierő képességeinek az áttekintése, Hadtudományi Szemle 3: pp. 34-44. (2010)

environment. In other words the ecology fundamentally is a biological science examined supraindividual levels of organizations and part of so-called synbiological sciences. Summarized it is so that branch of sciences which examines living spaces and contact of living beings and the environment.

According to analysed topic is also fundamental concept biosphere because changes caused by wars will present through this category. The biosphere is the matrimony of our land and the totality of the individuals forming the earthly living world. At the same time the biosphere assigns an area of space on which the earthly life exists within.

This area of space practically is the lithosphere (solid surface), hydrosphere (oceans, seas, river and still waters) and the atmosphere (airspace) because of spheres marked on this which can be hit on his contact surface cannot be demarcated. The beginning of biosphere can be put onto more billion years and it's present state was formed by historical geological ages.<sup>4</sup>

The humanity shapes his environment only some thousand years ago and causes a unprecedented environmental change. Easily reasonable that this means to biosphere the greatest dangers up to now.<sup>5</sup>

#### *Relatively new interdisciplinary area of science: the ecology of the warfare*

Nowadays the warfare also belongs into between that human activities which causes changes already mentioned before. We may characterize this as a process like that an intensive great load catches the biosphere and its subsystems in the act of his row. These consequences may become irreversible many times and their effect onto the environment and the full society for considerable can be considered.

For the order of magnitude of the problem demonstrating: approximately 120-125 armed conflicts were worldwide in the past 20 years and roughly 170-180 countries run regular characterized armed force. It follows from that is exceptionally great the ecological footprint<sup>6</sup> of the different forms of the armed violence.

Onto the analysis of the above problems and the exploration of the causal connections produced a new interdisciplinary science which we may call the ecology of the warfare. From

---

<sup>4</sup>ÖKOLÓGIA (online) url: <http://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%96kol%C3%B3gia>, (2014. március 11.)

<sup>5</sup>TAMÁS JÁNOS Agrárium és környezetgazdálkodás, Mezőgazda Kiadó 2008. p. 27–30 p., 83 p., 66–67.

<sup>6</sup>The Ecological Footprint is a resource accounting tool that measures how much biologically productive land and sea is used by a given population or activity, and compares this to how much land and sea is available. Productive land and sea areas support human demands for food, fiber, timber, energy, and space for infrastructure. These areas also absorb the waste products from the human economy. The Ecological Footprint measures the sum of these areas, wherever they physically occur on the planet. The Ecological Footprint is used widely as a management and communication tool by governments, businesses, educational institutions, and non-governmental organizations. (<http://www.earthday.org/footprintfaq>)

the taxonomy of the ecology of the warfare can be worked such action programs which can be treated with his help the considerable part of the environmental problems caused armed conflicts.

The young area of science the representatives arriving from the different specialities approach the connection system of the warfare and the ecology on another and other manner.

Generally the military historians and operational planners handle the environment than an independent or interim variable which determines the military strategy and tactics finally indirectly the efficiency of the operations.<sup>7</sup>

Usually the ecologists focuses on the environmental consequences of related activities of wars for example: the nuclear experiments, military operational preconditioning events, exercises, the different battlefield soiling and migration phenomena of post-war era.<sup>89</sup>

According to most political researchers' and political scientists' the problem is approached to conflicts of resources. They argue with the fight will be led for oil, fresh water, soil and food supply as well in the framework of modern interstate warfare.<sup>10</sup>

Several military planners consider the climate change like source of danger which affects the national security. Furthermore it is considered the post-war rehabilitative ecosystem services so important that important for the restoration of the peace after the wars.<sup>1112</sup>

*The causal connections of the warfare and the changes happening in the biosphere*

The it is typical of injuries that it has just regional scale concerning a region while others cause problems which can be perceived globally already. NATO Advanced Research Workshop prepared the study published in BioScience journal. According to this study is expedient the scope of problems according to three periods separated to examine.<sup>13</sup>

---

<sup>7</sup>KEEGAN, J. A History of Warfare, New York Vintage, 1993. és TOWNSHEND, C. (ed.) The Oxford History of Modern War, New York Oxford University Press, 2005.

<sup>8</sup> HOMER-DIXON, T. F. Environment, Scarcity, and Violence Princeton (NJ) Princeton University Press, 2001.

<sup>9</sup> Földi László: Climate change and disasters, in Földi László, Padányi József (szerk.): Effects of climate change to military activities, 270 oldal, füzet, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. ISBN 978-615-5305-25-2, 197-237. oldal.

<sup>10</sup>United Nations Environment Programme, Sudan: Post-conflict Environmental Assessment Nairobi (UNEP), 2007.; WESTING, A. H. Global Resources and International Conflict New York Oxford University Press, 1986. KLARE, M. T. Resource Wars: The New Landscape of Global Conflict New York Henry Holt, 2001.

<sup>11</sup>BUTTS K. H., BRADSHAW A. L. JR. Military Education Workshop Addresses Threats to Stability and Security Carlisle (PA) Center for Strategic Leadership, US Army War College. Issue paper vol. 8-07. 2007.

<sup>12</sup> Rajmund KUTI - László FÖLDI: Extreme weather phenomena, improvement of preparedness, Hadmérnök online, VII. Évfolyam 3. szám, 60-65. o. 2012. szeptember. ISSN 1788 1919. URL cím: [http://hadmernok.hu/2012\\_3\\_kuti\\_foldi.pdf](http://hadmernok.hu/2012_3_kuti_foldi.pdf)

<sup>13</sup>MACHLIS, GARY E., HANSON, THOR Warfare Ecology, BioScience, Volume 58, Issue/8, pp. 729–736. (online is) url: <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/58/8/729.full>, (2014. 03. 16.)

The analysis of the study expands on the undermentioned level of the warfare following each other in three times:

- the time of the wartime preparations;
- the period of the war, the armed fight;
- the post-war restoration into the peace truth the period of a transition (it illustrates the complex contact of truth with these with ecology).

In the course of the modern wartime preparations considerable the resources<sup>14</sup> the accumulation of his use, the consumption, the strategic substances, weapon testing, active training, and the claim of equipment and facilities. These his environment-damaging effects the successor they may shape up.

In the course of the training is considerable the number of ammunitions which did not explode. The shooting trainings leads to the accumulation of the pollutants often, so for example the white phosphorus. (a vulgar lighting substance that on the impact area of the ordnance pieces can be found) The white phosphorus into a context can be brought for with the mortality and the decreasing fertility in the water flows concerned with the secondary poisoning of the predators.<sup>15</sup>

A studies were made on Puerto Rico Vieques island where practising bombardments were continued through six decades.

Emergenced from the documentation that the toxins which can be connected with the weapons in the underground water, the flora and in the beachfront sea living world can be found. Apart from this for a fact can be said that the tall mercury pollution and the a contact grew between cancer patients' proportion yes.<sup>16</sup>

The face of the landscape known till then may change for a given area. Building the military camps, the foundation of the exercise sites and other test firms, the ground and aerial field exercises and potential nuclear testings may lead to this and they drive according to this experiences.

It may lead to soil erosion if the vegetation disappears. This soil decay process like when the soil carried out by water or wind from place to other place causing damages on both areas. The soil erosion for a world problem can be considered.

---

<sup>14</sup> JÁNOS CSENGERI: Material management and transportation procedures in air force logistic operations, ISBN:978-80-8040-496-3, 2014. pp. 222-233.

<sup>15</sup> SPARLING, D. W., FEDEROFF N. E. Secondary poisoning of kestrels by white phosphorus. *Ecotoxicology* 6:239–247. 1997.

<sup>16</sup> ORTIZ-ROQUE, C., Y. LÓPEZ-RIVERA Mercury contamination in reproductive age women in a Caribbean island: Vieques. *Journal of Epidemiology and Community Health* 58:756–757. 2004.

His chance is bigger for the soil being compacted in the course of the military lorries with big mass, armoured cars and the conducted exercises with the heavy armoured devices.

The soil being compacted the restructuring of the volume mass of the soil decreasing for the porosity of his increase and an adverse pore size. The water gets in more difficultly hereby draining away may step up into the soil and disturbance may occur in the air of the soil.<sup>17</sup>

The military field exercises have an effect on the wildlife. The examinations being aimed at the contact of the whales jumping onto a multitudinous coast and the naval activities they drew the conclusions on Bahamas and on Canary Islands that the sound with tall intensity locators (sonar) are responsible for the changing behaviour some damage and mortality may be caused of the whales.<sup>18</sup>

The testing and producing of the nuclear weapons belong to the researches with regional and global scale.

The long-term monitoring at Hanford Nuclear Reservation showed that the radionuclides are demonstrable in 250 km of distance in the plants and animals. Radioactive particles from the mussels of Columbia River demonstrable 650 km in the line of the procession.<sup>19</sup>

### *Conclusion*

Quasi all battlefield activities have an effect on the environment. These effects may be direct ones and indirect ones; their damage may happen on a direct or indirect manner concerned.

The tiered effects of the warfare are complex. One of the process compliments follow the other one.

The weapon testing energy they may lead to liberation the pre-war one in a period, which ones the ecosystem may be transformed radically, the cities' destruction may motivate the cities' reconstruction in the period after the war in wartime times and this the population may lead to that of growing later.

Although quite a few conventions were born for the protection of our environment in the course of the years nowadays, and there is making an effort onto the reduction of the ecological boot trace, unfortunately the warfare yet until all of them an area like that in which one the priority is restricted to other goods primarily.

---

<sup>17</sup> TAMÁS JÁNOS Agrárium és környezetgazdálkodás, Mezőgazda Kiadó 2008. p. 27–30 p. 83, p. 66–67.

<sup>18</sup> SCHROPE, M. WHALE Deaths caused by US Navy's sonar. Nature 415:106. 2002.

<sup>19</sup> GERBER, M. S. On the Home Front: The Cold War Legacy of the Hanford Nuclear Site Lincoln University of Nebraska Press. 1992.

The examination of the ecology of the warfare demands different theories and methods to analyse and to model these tiered effects mentioned already.

### *Literature*

1. BRENNER, D. J., et al Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: Assessing what we really know. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100:13761–13766. 2003.
2. BRENNER, D. J., et al Cancer risks attributable to low doses of ionizing radiation: Assessing what we really know. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100:the 13761-13766. 2003.
3. BUTTS K. H., BRADSHAW A. L. JR. military Education Workshop Addresses Threats to Stability and Security Carlisle (PA) centre forward for Strategic Leadership, US Army War College. Issue paper vol. the 8-07. 2007.
4. Gerber, M. S. *On the Home Front: The Cold War Legacy of the Hanford Nuclear Site* Lincoln University of Nebraska Press. 1992.
5. Gerber, M. S. *On the Home Front: The Cold War Legacy of the Hanford Nuclear Site* Lincoln University of Nebraska Press. 1992.
6. HARBOM, L. and P. WALLENSTEEN Armed conflict, 1989-2006. *Journal of Peace Research* 44:623-634., 2007.
7. HOMER-DIXON, T. F. *Environment, Scarcity, and Violence* Princeton (NJ) Princeton University Press, 2001.
8. MAJEED, A. *The Impact of Militarism on the Environment: An Overview of Direct and Indirect Effects* Ottawa (Canada) Physicians for Global Survival, 2004.
9. KEEGAN, J. *A History of Warfare*, New York Vintage, the 1993. and TOWNSHEND, C. (ed.) *The Oxford History of Modern War*, New York Oxford University Press, 2005.
10. KLARE, M. T. *Resource Wars: The New Landscape of Global Conflict* New York Henry Holt, 2001.
11. Rajmund KUTI - László FÖLDI: Extreme weather phenomena, improvement of preparedness, *Hadmérnök on-line*, VII. Évfolyam 3. szám, 60-65. o. 2012. szeptember. ISSN 1788 1919. URL cím: [http://hadmernok.hu/2012\\_3\\_kuti\\_foldi.pdf](http://hadmernok.hu/2012_3_kuti_foldi.pdf) MACHLIS, GARY E., on Hans, Thor, SPIRIC, ZDRAVKO, MCKENDRY, JEAN E. *Warfare Ecology*, New Synthesis for Peace and Security, Springer, 2011.
12. D. is LIVINGSTON, H., P. P. POVINEC A millenium perspective on the contribution of global fallout radionuclides to ocean science. *Health Physics* 82:the 656-668. 2002.
13. Ecology (on-line) URL: <http://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%96kol%C3%B3gia>, (2014. March 11.);
14. W. is SPARLING, D., FEDEROFF N. E. Secondary poisoning of kestrels by white phosphorus. *Ecotoxicology* 6:the 239-247. 1997.
15. ORTIZ-ROQUE, C., Y. LÓPEZ-RIVERA Mercury contamination in reproductive age women in Caribbean island: Vieques. *Journal of Epidemiology and Community Health* 58:the 756-757. 2004.
16. SCHROPE, M. WHALE Deaths caused by US Navy's sonar. *Nature* 415:the 106. 2002.

17. Tamás JÁNOS Agrárium and environmental economy, Mezőgazda Kiadó the 2008 p. 27-30 p. 83, p. 66-67.
18. Földi László: Climate change and disasters, in Földi László, Padányi József (szerk.): Effects of climate change to military activities, 270 oldal, fűzött), Nemzeti Közsolgálati Egyetem, 2014. ISBN 978-615-5305-25-2, 197-237. oldal.
19. WESTING, A. H. Global Resources and International Conflict New York Oxford University Press, 1986.
20. CSENGERI, János: Material management and transportation procedures in air force logistic operations, Manažment - teória, výučba a prax 2014: zborník príspevkov z medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie. 380 p. 2014. pp. 222-233. ISBN:978-80-8040-496-3
21. KRAJNC Zoltán, LÜKŐ Dénes: A légierő képességeinek az áttekintése, Hadtudományi Szemle 3: pp. 34-44. (2010)



## ***Kristóf Zoltán: A légvédelmi alegységek erőik védelme (Force Protection) feladatainak főkérdései<sup>1</sup>***

### *Bevezetés (az erőik védelmének alapelvei)*

Az erőik védelme azon intézkedések és rendszabályok összessége, amelynek célja a személyi állomány, technikai eszközök, anyagi készletek sebezhetőségének minimalizálása, a műveleti cselekvőképesség fenntartása a különböző szintű veszélyektől és veszélyes anyagoktól, ezáltal hozzájárulni a műveletek cselekvési szabadságának megőrzéséhez így összességében a műveletek sikeres végrehajtásához.<sup>2</sup> Az erőik megóvása magába foglalja a hadműveleti biztosítás és a megtévesztés rendszabályait, a katonák egészségéről való gondoskodást, harci moráljuk fenntartását, a biztonságot, a saját csapatok tüzetől elszennvedett veszteségek elkerülését, a csapatok vezetését. Az erőik védelme egyre inkább összhaderőnemi jellegűvé válik.<sup>3</sup>

A nemzeteknek eltérő erőik védelme irányelve, koncepciója, filozófiája lehet. Ezeket az eltérő filozófiákat összhaderőnemi szinten szükséges egységes rendbe foglalni és hatékonyan alkalmazni ahol a következő elveket kell figyelembe venni a tervezés során:

- Prioritások felállítása, hiszen várhatóan egy teljes kötelék erőik védelme feladatait nem lehet biztosítani ugyanazon az elvárt szinten. Ezért a rendelkezésre álló erőik balanszírozását a meglévő fenyegetettséghez igazítottan kell megtervezni.
- Fenyegetettség értékelése. A meglévő felderítési adatok alapján szükséges az erőik védelme rendszabályokat fogantatosítani.
- Kockázat menedzsment. Az erőik védelme feladatainak a kockázat menedzsmentjén és nem a kockázat felszámolásán kell alapulnia.
- Interoperabilitás. Nemcsak a katonai, hanem a civil partnerekkel is a hadszíntéren belül és kívül egyaránt.
- Flexibilitás. Reagálási képesség a gyorsan változó és plurálisan megjelenő veszélyeztetettségekre a rendelkezésre álló erőforrás határokon belül.
- Legyen képes a kiemelt fontosságú létesítményei területére történő beléptetés ellenőrzésére, fizikai biztonságának ellátására.
- A szárazföldi manőver kötelékek alegységeivel együttműködésben végrehatja az útvonalak, tüzelőállások, tartalék tüzelőállások, körletek általános és speciális felderítését.

---

<sup>1</sup> „Az összhaderőnemi és légi műveletek evolúciója” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> Ruttai L. (szerk.) Krajnc Z., Papp T., Bunkóczi S., Koós G.: A légvédelmi rakéta- és tüzércsapatok alkalmazásának az alapjai, Budapest, ZMNE, 2004,

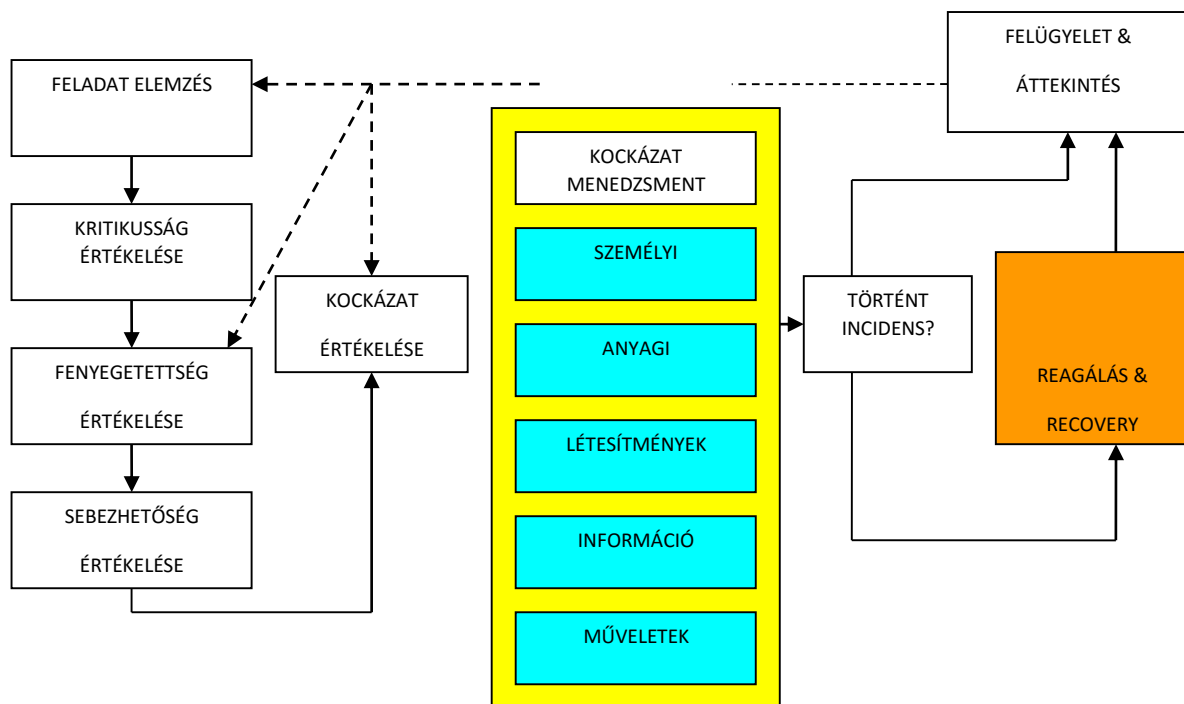
<sup>3</sup> Krajnc Zoltán: Alakulóban a Magyar Honvédség doktrinális irodalomrendszere, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2003.

- Legyen képes a riasztási rendszer működtetésére, riasztási jelek/jelzések alkalmazására, értelmezésére.
- Legyen képes az indítóállványok, mechanizmusok, mérőállások fizikai biztonságának ellátására (security).
- Legyen képes a személyi állomány és technikai eszközök túlélőképességét fokozó, biztosító egyszerű építmények létesítésére, műszaki szakfelderítési feladatok végrehajtására, az álcázás rendszabályainak bevezetésére.
- Legyen képes a személyi állomány mentési és kiürítési, valamint lehetőségei határáig tűzoltási feladatok szakszerű végrehajtására.
- Legyen képes a szárazföldi manőver alegység által kijelölt és működtetett erők védelme létesítmények (pl. COLPRO, szennyezés mentes területek (TOXIC FREE AREAs), mentesítő állomások) használatára.

### *Erők védelme folyamatai tervezése*

Az erők védelem tervezése, szervezése és végrehajtása egy integrált folyamat eredménye.

1.



2. sz. ábra: Erők védelme folyamatai tervezése

Az erők védelme feladatainak tervezése során azon vezetési és alkalmazási rendszabályok kerülnek bevezetésre, amelyek az erők védelme feladatainak leggyakorlatiasabb

megvalósulását teszik lehetővé, lehetőleg a már legkisebb harcászati szinteken is megvalósulva.<sup>4</sup>

A fenti ábra alapján a feladatok tervezése a dinamikus feladatelemzéssel – adatok logikai szintű elemzésével és következtetések levonásával - veszi kezdetét, majd a fenyegetettség értékelésével és a küldetés sikerét döntően befolyásoló tényezőknek az elemzésével folytatódik. A kockázat elemzését majd annak menedzselését követően attól függően, hogy történt a műveleteket befolyásoló incidens vagy sem, bekövetkezik a veszélyeztetettség alapján az arra való reagálás – vészhelyzeti intézkedések, hátrahagyási tervek, helyreállítási, megőrzési tervek stb.- vagy a következmények helyreállítása. 23. ábra<sup>5</sup>

A körforgást a felügyeleti munkák teszik teljessé a folyamatos újra értékelések, és rendszabályok foganatosítása, végrehajtása feladatai biztosításával. Az erők védelme feladatainak integrált rendszerét a fenyegetettség környezete is meghatározza, amely lehet alacsony, közepes, jelentős vagy magas intenzitású.

#### *Erők védelme speciális feladatai*

A hadműveleti, harcászati szintű feladatok tervezése során az erők védelme feladatait a kiadott műveleti elgondolásokban, parancsokban meg kell jeleníteni. Az erők védelme feladataiban résztvevő erők, eszközök, erőforrások koordinálását, vezetését (Command and Control) a hadműveleti részleg (S3-J3) tervezi, majd figyelemmel kíséri az egész hadművelet végrehajtása során és tájékoztatja az aktuális parancsnokot a kialakuló és uralkodó helyzetekről a műveleteket érintően.<sup>6</sup>

A szárazföldi manőver alegységek légvédelmi oltalmazása az erők védelme feladatai egyik speciális ága. A légvédelmi alegységek feladata az oltalmazott erők erői, eszközei védelme a támadó légi ellenséggel és rakétákkal szemben az aktív – légi cél felderítés, azonosítás és megsemmisítés - és passzív – egyéni és kollektív rendszabályok bevezetése - légvédelmi rendszabályok foganatosítása mellett.

---

<sup>4</sup> Krajnc Zoltán: A légierő megváltozott szerepe a 21. század hadviselésében, Budapest, Geopolitikai Tanács Közhasznú Alapítvány, 2006, 74 p. (Műhelytanulmányok 7.)

<sup>5</sup> AEW- Airborne Early Warning; CAP-Combat Air Patrol; CBRN - W&R Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Warning and Reporting; COLPRO - Collective Protection; DAS - Defensive Air Suites; DCA - Defensive Counter Air; ECM - Electronic Counter Measures; IED - Improvised Explosive Device; IEDD TF - Improvised Explosive Device Disposal Task Force; MCM - Mine Counter Measures; TTP - Training, Techniques and Procedures.

<sup>6</sup> Krajnc Zoltán: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei I. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 52 – 71.

Krajnc Zoltán: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei II. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 47 – 61.

A légvédelmi alegységek erők védelme feladatainak megszervezésekor fontos, hogy az alegység rendelkezzen pontos, aktuálisan érvényes és a helyzetre reagáló fenyegetettség értékeléssel és kockázat elemzéssel. Az alegység rendelkezzen az általános erők védelme feladatait rendező rendszabályokkal és intézkedésekkel tisztában lévő speciálisan kiképzett erők védelme szakemberekkel.

*A passzív légvédelmi rendszabályok – légvédelmi alegységek erők védelme - rendszere*

A passzív légvédelem olyan feladatok végrehajtását illetve olyan rendszabályok bevezetését jelenti, amiket a légi ellenség által történő felderítő és csapásmérő tevékenység akadályozása céljából, a saját csapatok és a védendő objektumok maximális védelme érdekében – lehetőségeiknek megfelelően – minden katonai vezetőnek alkalmaznia kell. Vagyis a passzív légvédelem csak a légi ellenségre történő közvetett ráhatásokat jelenti, és ennek megfelelően csak az ellenséges légi támadás hatékonyságának csökkentésére irányul.

E kategóriába tartozik például az álcázás, a rejtés, a megtévesztés, a helyreállítás, az erők és eszközök széttelepítése valamint a különböző védelmi célú építmények létrehozása.

A passzív légvédelem – az aktív légvédelemmel ellentétben – egyértelműen védelmi jellegű tevékenységként értelmezhető, mivel alapvető célja az ellenség által végrehajtott légi felderítés és támadás hatékonyságának csökkentése, a védendő objektumok és a saját csapatcsoportosítások túlélőképességének fokozása. Természetesen a rendelkezésre álló idő illetve a hadműveletek térségében a saját csapatok és a védendő objektumok elhelyezkedése jelentősen befolyásolja a passzív légvédelem hatékonyságát.

A hatékonyság növelése, a feladatok sikeres végrehajtása érdekében a passzív légvédelem tervezését már a béke időszakában végre kell hajtani, illetve a lehetőségekhez képest a lehető legjobban be kell gyakorolni.

A passzív légvédelem tehát nem tartalmaz semmilyen, közvetlenül a légi támadóeszközökre irányuló csapásmérő jellegű tevékenységet, mindössze azok potenciális hatásainak csökkentésére irányul.

*Álcázás, rejtés és megtévesztés*

Az álcázás, a rejtés és a megtévesztés eredményeként – az ellenség részére szolgáltatott félrevezető illetve megtévesztő jellegű, valótlan információk segítségével – elrejthető, eltitkolható a saját csapatok illetve objektumok tényleges elhelyezkedése, csökkentve ezzel azok sebezhetőségének, támadhatóságának lehetőségét. Ezeket a tevékenységeket a harcászati

figyelmeztetés adatainak figyelemmel kísérése mellett folyamatosan kell végezni a hadműveletek teljes időszakában, lehetőség szerint a sötétség leple alatt.

Természetesen az ellenséges területek felett műholdakról vagy repülőgépekről végzett felderítés, illetve az azok által biztosított információk jelentősen hozzájárulhatnak az álcázás, a rejtés és a megtévesztés hatékonyságának növeléséhez.

A feladatok sikeres végrehajtásának eredményeként a szemben álló fél leállíthatja, lassíthatja támadását, illetve módosíthatja annak célkitűzéseit, vagy értékes erőforrásait hamis célpontok megsemmisítésére pazarolhatja.

### *Megerősítés*

A fontosabb objektumok és óvóhelyeik megerősítése fokozott oltalmat nyújt a légi ellenség támadásával szemben, és csökkenti az elektromágneses impulzusok és az átmeneti sugárzások elektronikai eszközökre gyakorolt káros hatásait. Természetesen a megerősítési munkálatokat elsősorban békeidőszakban kell végezni, azonban szükség esetén folyamatosan végezhetők a hadműveletek időszakában is.

### *Helyreállítás*

A helyreállító jellegű tevékenységek – melyek elsősorban a fontosabb objektumokra (pl. repülőterek, kommunikációs központok, előrejelző és megfigyelő rendszerek) és az alapvető jelentőségű szolgáltatásokra (pl. energia-, víz- és üzemanyag-ellátás) irányulnak – eredményeként lehetőség nyílik a légi ellenség csapásai következményeinek gyors felszámolására, valamint a sérült egységek szükséges harcképességi szintjének megteremtésére.

### *Atom-, biológiai- és vegyivédelem*

Az atom-, a biológiai- és a vegyivédelmi felszerelések és védelmi képességek biztosítják a tömegpusztító fegyverek elleni kollektív védelem megvalósítását azáltal, hogy megteremtik a különféle szennyezések felderítésének, elkerülésének, azonosításának és semlegesítésének lehetőségét. Mindezekon túl, az egyéni védőeszközök alkalmazásával lehetővé válik a csapatok alapvető feladatainak végrehajtása, szennyezet terepen, illetve légtérben is.

### *Redundancia*

A hadműveletek folyamatos végrehajtása szempontjából kulcsfontosságú rendszerek illetve képességek többszörös, redundáns létrehozása, éppen a kritikus csomópontok sérülése, megsemmisülése esetén alapvető jelentőségű. A redundáns képességek megteremtésével

biztosítható az alapvető funkciók teljes körű vagy részleges végrehajtásának lehetősége az elsődleges rendszerek meghibásodása, kiesése esetén is.

### *Felderítés, riasztás*

A légi ellenség támadásának, fenyegetésének úgynevezett felderítő- és riasztórendszerekkel történő időbeni felderítésének célja, hogy a lehetőségekhez képest maximális reakcióidő álljon rendelkezésre az ellenséges támadás elleni feltétlenül szükséges tevékenységek végrehajtásához, illetve az óvóhelyek elfoglalásához. A saját erők életképessége szempontjából – a rendkívül lecsökkent tevékenységi időket figyelembe véve – feltétlenül ki kell emelni a rakétatámadások előrejelzésének meghatározó jelentőségét.

A légi ellenség tevékenységének felfedése illetve az alapján az eredményes riasztás végrehajtása természetesen megköveteli a rendelkezésre álló kommunikációs- és érzékelő rendszerek egységes rendszerbe foglalását, ami lehetővé teszi az információk valós időben történő továbbítását.

A levegőben, az űrben illetve földfelszínen telepített felderítő és kommunikációs eszközök vegyes alkalmazásával jelentősen megnövelhető a rakétatámadások felderítésének lehetősége, valamint a saját erők rendelkezésére álló reakcióidő.

### *Erők és eszközök széttelapítása*

A rendelkezésre álló erők és eszközök széttelapítása, illetve csak a szükséges időben, a szükséges helyen történő koncentrálása, lényegesen megnehezíti a légi ellenség tevékenységét a célpontok kiválasztása területén. Természetesen az ellenség bizonytalansági tényezőjét jelentősen növelhetjük a széttelapításnak a mozgékonyasággal és a megtévesztéssel történő kombinált alkalmazásával, ami kikényszerítheti a nagyobb mennyiségű légi támadóeszköz bevetését, ami a támadási idő jelentős megnövekedéséhez vezethet.

### *Mobilitás*

A csapatok manőverező-képességének, vagyis az egyik települési helyről, egy másik települési helyre történő áttelepülés képességének gyakori, lehetőség szerint az ellenség döntési ciklusán belüli kihasználásával illetve alkalmazásával kritikus helyzetet teremthetünk a légi ellenség számára. Ráadásul a védendő objektumok és a saját csapatok vonatkozásában a manőverek végrehajtásával – megnehezítve az ellenség számára a felderítés és a célpontkiválasztás lehetőségét – jelentősen csökkenthetjük azok sebezhetőségét, és növelhetjük állóképességüket.

A passzív légvédelem vonatkozásában kiemelt figyelmet érdemel az úgynevezett harcászati figyelmeztetés, vagyis a légi ellenség tevékenységének előrejelzési lehetősége, ami a tulajdonképpeni passzív légvédelmi tevékenységek végrehajtásának, rendszabályok bevezetésének sorozatát indítja el. A harcászati figyelmeztetés tartalmától függően megkülönböztethetünk úgynevezett általános és sajátos figyelmeztetést. Az általános figyelmeztetés jelzi a légi ellenség küszöbön álló vagy hamarosan bekövetkező támadását. A sajátos figyelmeztetés ennél konkrétabb információkat tartalmazva azt is jelzi, hogy melyek azok az egységek vagy térségek, amik ellen a légi ellenség támadása irányul.

#### *Az erők védelme feladatai végrehajtása – rendszabályai fogatosítása*

Az erők védelem feladatai az ellenség sikeres műveletei hatékonyságának minimalizálása, az erők hadrafoghatóságának megőrzése. A fogatosított erők védelme rendszabályok lehetnek megelőzőek – számolva a fenyegetettség és veszélyeztetettség értékelésekkel – és visszahatóak, ami a gyors reagálásban merül ki a fennálló és már bekövetkezett fenyegetettségekre, azok hatásainak minimalizálása céljából.

#### *Aktív erők védelme rendszabályai*

Az aktív erők védelme rendszabályok azon intézkedések összessége, amelyeknek célja elrettenteni, megelőzni, semlegesíteni illetve csökkenteni az ellenség tevékenységeit, azok ráhatását a saját erőkre. Ezek a rendszabályok természetükből adódóan megelőző jellegűek, vagyis megakadályozzák azoknak a folyamatoknak a kialakulását, ami ellen fogatosították őket. Vagyis összességében a megelőző intézkedések segítségével megteremtődik a feltétele a kedvező helyzet megteremtése feltételéhez bárhol és bármilyen körülmények is vannak adott pillanatban érvényben.

A légvédelmi alegységek vonatkozásában ezek az intézkedések megfelelnek a passzív légvédelmi rendszabályok egyes rendszabályai bevezetésének.

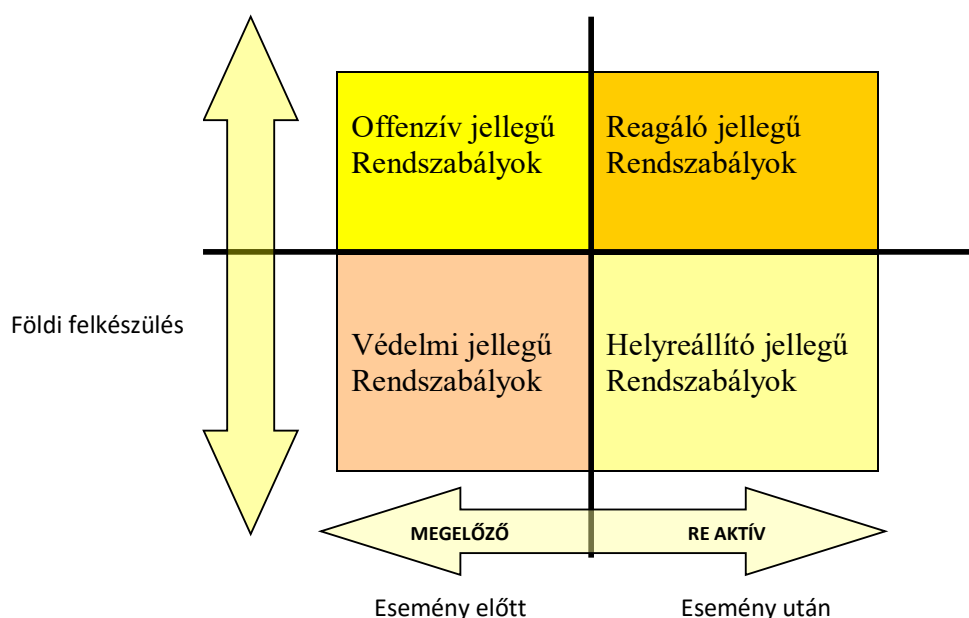
#### *Passzív erők védelme rendszabályai*

A passzív erők védelme rendszabályok azon intézkedések összessége, amelyeknek célja egyértelműen csökkenteni az ellenség tevékenységeit, azok ráhatását a saját erőkre. Ezek a rendszabályok is természetükből adódóan megelőző jellegűek. Magukba foglalják a fizikai védelmet, - ebben benne foglaltatik az erők védelme feladatai műszaki jellegű munkálatai - az egyéni megelőző védelmi eszközök, felszerelések, az álcázás, rejtés, megtévesztés

rendszerabályai, a széttelepítés rendszerabályai, detektáló és korai riasztó rendszerek, elektronikai ellentevékenységek, CBRN védelem, viselkedési, magatartási kódexek.

### *Helyreállító, re-kreatív rendszerabályok*

A re kreatív erők védelme rendszerabályok azon intézkedések összessége, amelyeknek célja az ellenség tevékenységeit, behatásait követő következmények felszámolására tett intézkedések összessége az eredeti állapotok visszaállítása érdekében. A re aktív rendszerabályok magukba foglalják a tűzoltási és mentési feladatokat, egészségügyi szolgáltatásokat, robbanó töltetek kezelését, javítási, helyreállítási műveleteket, felszereléseket, védelmi vonalak helyreállítását.



2. sz. ábra: Védelmi rendszerabályok rendszere

A szárazföldi manőver alegységek légvédelmi erők védelme feladatrendszere magába foglalja a fenyegetettség és veszélyeztetettség elemzések végrehajtását a kockázat elemzéseket és kockázat menedzsmentet valamint a rendszerabályok fogantatását a fentiekben megfogalmazott irányelvek mentén. Az erők védelme feladatai sikeres végrehajtása a kockázat elemző mátrixok összeállításán és elemzésén alapszik.

Az erők védelme feladatai tervezése, szervezése során a szakemberek az előljárói iránymutatások alapján szorosan együtt kell, hogy működjenek és ebből az együttműködésből kell megalkotniuk az erők védelme feladatrendszeréből adódó mindenkorai rendszerabályokat.

### *Felhasznált irodalom*

1. AJP 3.3 Allied Joint Doctrine for Air and Space Operation 05 November 2009



2. AJP 3.3.1. Allied Joint Doctrine for Counter-Air Operations 09 July 2010
3. AJP 3.3.5. (A) Doctrine for Joint Airspace Control 05 April 2006
4. C-M (2012) 0007 NATO Air and Missile Defence Capstone Document
5. C-M (2012) 0006 NATO Air and Missile Defence Policy
6. OPERATIONAL LEVEL CONCEPT FOR NATO GBAD Operations, draft 12 January 2012
7. 9th EADTF AIR&MISSILE Conference January 2013
8. Bi-SC Agreed Capability Codes and Capability Statements 14 October 2011
9. Capability Target Package 2013 for Hungary L 6203 N GBAD 01 January 2013
10. ACO Force Standards Vol. III. 11 April 2011
11. STANAG 4312 Interoperability of Low-level Ground-based Air Defence Surveillance and Command and Control Systems. 11 September 2008
12. AJP-3.14 Force Protection 26 November 2007
13. STANAG 4175 - Technical characteristics of the multinational information distribution system (MIDS) 18 October 2009
14. STANAG 5511 - Tactical data exchange - LINK 11/LINK 11B 27 February 2006
15. STANAG 5516 – Tactical data exchange – LINK 16 18 March 2009
16. STANAG 5518 - Interoperability standard for joint range extension application protocol (JREAP) STANAG 5518 EDITION 08 April 2011
17. ACO Force Standards Vol. VI –STEM-GBAD 01 January 2013
18. Joint Doctrine Publication 3-64 (JDP 3-64) 01 April 2010
19. Countering Air and Missile Threats Joint Publication 3-01 05 February 2010
20. JOINT WARFARE PUBLICATION 3-63 JOINT AIR DEFENCE 01 July 2003
21. Joint Operations Execution JOINT WARFARE PUBLICATION 3-00 01 March 2004
22. Krajnc Zoltán: Alakulóban a Magyar Honvédség doktrinális irodalomrendszere, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 2003., pp 5-23.
23. Ruttai L. (szerk.) Krajnc Z. Papp T. Bunkóczi S. Koós G.: A légvédelmi rakéta- és tűzércsapatok alkalmazásának az alapjai, Budapest, ZMNE, 2004,
24. Krajnc Zoltán: A légierő megváltozott szerepe a 21. század hadviselésében, Budapest, Geopolitikai Tanács Közhasznú Alapítvány, 2006, 74 p. (Műhelytanulmányok 7.)
25. Krajnc Zoltán: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei I. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 52 – 71.
26. Krajnc Zoltán: A ballisztikus rakéták elleni védelem aktív eszközei II. rész, Új Honvédségi Szemle, 2004/5., 47 – 61.

## ***Szilágyi Gábor: Virtuális (szimulációs) környezet és a terepi összetevők kölcsönhatása<sup>1</sup>***

### *Bevezető*

A katonai harcászati tevékenységek végrehajtását alapvetően meghatározza a műveletek helyszínéül szolgáló terület földrajzi adottságainak összessége, azaz a terep paraméterei. A terep definíciója szerint katonai értelemben terep alatt értjük a Föld felszínét a rajta lévő természetes és mesterséges tereptárgyakkal együtt, mint domborzat, talaj, vízrajz, növényzet, települések és építmények, valamint a közlekedési hálózat.<sup>2</sup> Szintén fontos a meteorológiai és időjárási tényezők harccselekményre gyakorolt hatásainak vizsgálata, amelyek hatásai és következményei a terepi adottságokat befolyásolhatják, ezzel kihatva a feladatok végrehajtására.

Tanulmányom során ismertetni fogom a terepi összetevőket és katonai tevékenységre gyakorolt befolyásukat, majd a Virtual Battlespace 3 harcászati szimulációs rendszerben ezen paraméterek harcászati tevékenységre vonatkozó hatásait. Elemzem továbbá a beépített meteorológiai összetevőket és a terepi tájékozódás szoftveres környezetben megvalósított lehetőségeit és integrált eszközeit, hiszen ezek is alapvető funkcióként kell, hogy szolgáljanak egy harcászati szimulátor esetében. Munkám célja, hogy tereptani szempontból értékeljem a szimulációs rendszer képességeit, megvizsgáljam a beépített funkciókat, feltárjam a szoftverben rejlő pozitívumokat és hiányosságokat, valamint javaslatokat fogalmazzak meg a jövőben fejlesztendő és beépítendő funkciók tekintetében. További célom, hogy feltárjam az alkalmazásban rejlő képességeket és ezek alkalmazhatóságát a honvédelmi kiképzés és oktatás területén.

Szimulációs rendszerről lévén szó a szoftver elkészítésének és fejlesztésének célja, hogy a lehető legélethűbben segítse a gyakorlati feladatok végrehajtására való felkészülést és a részletes felépítettség és szinte korlátlan paraméterezhetőség segítségével a lehető legnagyobb számú szituáció feldolgozására biztosítson lehetőséget. Nem szabad figyelmen kívül hagyni viszont azt a tényt, hogy a valós feladat végrehajtás közben felmerülő nehézségek és az emberi érzékszervekkel kapható információk teljes modellezése még a jövő feladata. Szintén fontosnak tartom felhívni arra a figyelmet, hogy számítógépes szoftverről lévén szó az alkalmazásban rejlő grafikai és egyéb (vizuális és hanghatások) adottságok megjelenítésének minőségét elsősorban a számítógépek hardveres felépítése határozza meg. Megfelelő teljesítmény és

---

<sup>1</sup> „Kiképzés-felkészítés virtuális (szimulációs) környezetben” kiemelt kutatási terület

<sup>2</sup> *Magyar Honvédség: Katonai tereptan* (Ált/204). Bp., 1991. 5. p.

perifériák nélkül tehát a szoftverben rejlő lehetőségek nem aknázhatók ki teljes mértékben és a szimuláció élményfaktora is jelentősen alacsonyabbá válhat. A nem elégséges teljesítményű hardvereszközök használata esetén a grafikai megjelenítés rosszabb minőségűvé és kevésbé részletessé válik, a szimuláció közben futó effektek nem jelennek meg megfelelően, illetve a nagyobb mennyiségben elhelyezett technikai eszközök és katonák esetén a rendszer futása akadozhat. A külső perifériák tekintetében mindenképpen érdemes jól megválasztani a klaviatúrát, hiszen a szoftver által biztosított nagyon széleskörű irányítási lehetőségeket és az erre szolgáló bonyolult billentyűkombinációkat ajánlott előre dedikált gombokkal aktiválni, ezáltal gyorsabbá téve a szimulációt. A járművek és a rajtuk elhelyezett fegyverek irányításának valóságosabbá tétele érdekében megfontolandó a külső kontrollerek alkalmazása.

A szoftver tesztelésére a gyártó egy próbaverziót biztosított számunkra, amelynek funkció elméletileg teljes mértékben megegyeznek a teljes változatával, azonban az egy kipróbálási licenz nyilvánvalóan nem tette lehetővé a több felhasználós, hálózati alkalmazást. A teszt verzió több földrajzi területre vonatkozóan tartalmaz előre telepített scénáriókat, amelyek között megtalálható a közép-európai, afganisztáni, iraki, és egy trópusi terület feldolgozása is. Mivel a területek földrajzi és tereptani értelemben is jelentősen elkülönülnek, a kutatás eredményét és céljait figyelembe véve az tűnt a legkézenfekvőbb módszernek, hogy minden területet egyesével megvizsgáljak, majd egy általános leírásban foglalom össze a tapasztalataimat.

A tanulmány elkészítésének eredményeként lehetőség nyílik arra, hogy általános képet kapjunk arról, hogy a szimulációs rendszer mennyire képes a valós feladat végrehajtás kiváltására, illetve a szoftver további alkalmazásának és fejlesztési irányainak lehetőségeire. A szimulációs rendszerrel történő kiképzésnek a korszerű viszonyokra, a hadviselés meghatározó körülményeire kell fókuszálnia.<sup>3</sup>

#### *A terepelemek és meteorológiai összetevők*

A terepelemek és meteorológiai összetevők ismertetése és harcászati szempontból fontos tulajdonságaik és jellemzőik rendszerezése alapján a virtuális szimulációs környezet által nyújtott terepi opciók könnyebben elemezhetők és a pozitívumok és negatívumok szemléltetése egyszerűbbé válik. Ezért először ismertetem a különböző terepelemek és

---

<sup>3</sup> Krajnc Zoltán: Az asszimetrikus hadviselés, fenyegetés alapkérdései, Repüléstudományi Közlemények (ISSN: 1417-0604) (eISSN: 1789-770X) 20: (1) p. online. 7 p. (2008)

Krajnc Z. – Ruttai L.: Terrorizmus, légi fenyegetettség, haderőfejlesztés, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2003:(4) pp. 123-129. (2003)

meteorológiai tényezők általános hatásait és befolyásoló tényezőit, majd ezek megjelenését fogom vizsgálni az alkalmazásban.<sup>4</sup>

### Domborzat

A domborzat, azaz a terep reliefviszonyainak változása alapvetően meghatározza a katonai lehetőségeket és kihat a harctevékenységre. A domborzati idomokat alapvetően három nagy csoportba sorolhatjuk: vízválasztó, vízgyűjtő és részletidomok. Az adottságok erősen befolyásolják a fedési és rejtési viszonyokat, a mozgási lehetőségeket, a tűzvezetést. A domborzati viszonyok alapvetően nagyon lassan változó, vagy katonai cselekmény szempontjából statikus felszíni adottságok, azonban alegység szinten már a bombatölcsérek is fedezéket és rejtést szolgáltathatnak. A terepet a domborzati viszonyok alapján kategorizálhatjuk, melynek alapvető célja, hogy egy-egy kategóriát gyorsan azonosíthassunk, így annak jellemzőire röviden utalhatunk. A felszínből kiemelkedő tereptárgyakkal való fedettség szerint megkülönböztetünk: nyílt terepet, részben fedett terepet és fedett terepet. A felszín tagoltsága szerint a terep lehet sík, dombos és hegyes. A felszín tagoltságának foka szerint a terep lehet: tagolatlan, tagolt és erősen tagolt.

A felszíni differenciáltság a fedés-rejtés kérdéskörén túl jelentős mértékben kihatással van az emberek és technikai eszközök mozgására. A nagy szintkülönbségek leküzdése jelentős plusz energia és erőforrás felhasználását feltételezi, amely ember esetében megnövekedett fizikai igénybevétellel jár, továbbá a technikai eszközök magasabb üzemanyag fogyasztását eredményezheti, illetve mindkét esetben jelentősen csökkenhet a mozgás átlagsebessége. Járművek esetében a terepjárási képességek határozzák meg a leküzdhető domborzati akadályokat.

### Talaj

A talaj egyértelműen meghatározza a terep járhatósági viszonyait, amely vizsgálatát két időjárási tényezővel együtt kell elvégezni. A hőmérséklet és a csapadék alapjaiban változtathatja meg a járhatósági jellemzőket.

A kötött talajfajták járhatósága általában nagymértékben jobb, mint a laza típusoké. Csapadék hatására az amúgy kemény felszín (például agyag esetében) hirtelen csúszóssá és sárosná válhat, amely mind az emberi, mind a technikai eszközzel való járhatóságot drasztikusan csökkentheti. A hőmérsékleti változások (különösen a fagy) viszont rövid idő alatt

---

<sup>4</sup> A terepelemek osztályozása a Magyar Honvédség: Katonai tereptan (Ált/204). Bp., 1991. és a HQ Department of the U.S. Army: Map Reading and Land Navigation (FM 3-25.26). Washington, 2006. kategorizálását követve készült.

járhatóvá, vagy járhatatlanná tehet területeket. Hatása különösen a nagyobb víztartalmú talajok esetében lehet szignifikáns.

A védvonalak kiépítésénél, illetve műszaki szakfeladatok elvégzésénél a talaj konzisztenciája, anyaga és általános tulajdonságai fontos szerepet töltenek be. A talaj nagyon lassan változó terepelem.

### Vízrajz

A felszíni vizeket két nagy csoportba sorolhatjuk: folyóvizek és állóvizek. A vizsgálat szempontjából a vizek egyértelműen akadályjellegűnek jelentenek, amely harcászati szempontból hátrányt és előnyt is jelenthet a cselekmény irányától függően. Az akadályjelleg markánságát befolyásoló tényező lehet az álló és folyóvizek száma a területen, ezek szélessége, mélysége, sodrási sebességük (folyóvizek esetén), hullámozásuk intenzitása (főleg nagyobb kiterjedésű állóvizek esetében), medrük anyaga, a partjuk lejtése, a vízfelszín alatt lévő akadályok, valamint a víz hőmérséklete. Ember esetében a vízben történő mozgás általában jelentősen lassabb, mint a szárazföldön, és csak gyakorlott úszók képesek 3-4 km/h sebességnél gyorsabban haladni, de ezt is csak rövidtávon. Az emberi teljesítményt továbbá a gyors folyási sebesség, az erős hullámozás és az alacsony víz hőmérséklet jelentősen visszavetheti. Járművek esetén a műszaki paraméterek határozzák meg a gázlómélységet, de a megnövekedett közegellenállás hatására a sebesség ebben az esetben is sokkal alacsonyabb a szárazföldinél. A part jellemzői és a meder anyaga ugyanakkor lehetetlenné teheti a járművel való átkelést.

A meteorológiai változókat is figyelembe véve az intenzív és nagy mennyiségű csapadék leküzdhetetlenné teheti egy amúgy szerény vízhozamú folyóvizet, vagy újra megjeleníthet, illetve eltűnhet egy-egy epizodikus vízfolyás. A hosszantartó és kemény fagy ezzel ellentétben akár olyan vastag jégpáncélt is eredményezhet, amely járműveket átkelését is biztosíthatja. A vízrajz időben általában lassan változik, de jelentős földmozgások, illetve időjárási változások gyors változásokat eredményezhetnek.

### Növényzet

A növényzet földrajzi elhelyezkedéstől függően igen differenciált képet mutathat. A földrajzi övezetesség alapján több növényzeti-borítottsági kategória különíthető el. A trópusi dús és szinte áthatolhatatlan esőerdőktől kiindulva a forró égővi növényzettől mentes sivatagokon, a mérsékelt övezet erdősegein és füves pusztáin keresztül a tajgaterületek és a vegetációtól szinte teljesen mentes északi, hideg övi területekig bezáróan az eltérés nagyon jelentős, amelyet alapvetően az egyenlítőtől és a tengerektől való távolság és a domborzati adottságok alakítanak. A területi elhelyezkedésből adódó eltéréseken túl a vertikális

övezetesség szintén jelentős különbségeket eredményez egy-egy földrajzi területen belül, azaz a tengerszint feletti magasság növekedésével a növénytakaró folyamatosan változik, míg végül bizonyos magasság felett a zuzmókat és mohákat leszámítva eltűnik. A sűrű vegetáció kiváló rejtési képességeket eredményez, viszont a mozgást jelentősen megnehezítheti. Az emberi tevékenység eredményeképpen a mezőgazdasági monokultúrák egyre nagyobb területeket fednek le, melyek kiterjedése erősen eltérhet. Ezek általában vett jellemzői, hogy általában évszakos változás keretében eltűnnek, majd újra megjelennek, ezért például a mérsékelt égövben a téli és tavaszi hónapokban nem biztosítanak megfelelő rejtést. Járművek esetén a tipró képesség határozza meg, hogy milyen növényzetű területen képes önerőből áthaladni, de erdő esetén fontos a fatörzsek egymáshoz viszonyított távolsága is a járhatóság szempontjából. A növényzet fegyverekkel általában könnyen pusztítható.

#### Települések, épületek és egyéb építmények

A települések magukban foglalják a lakó-, ipari-, és egyéb épületeket, infrastrukturális építményeket, és a településen belüli utak hálózatát. Földrajzi elhelyezkedéstől függően a települések szerkezete, a beépítettség fajtája, az utcák és utak szélessége, épületeinek általános jellege és jellemző építési anyaga eltérő. Kategorizálás alapján megkülönböztethetünk nagyvárosi és városi környezetet, falvakat, valamint rendszertelenül beépített területeket és épületcsoportokat.

A települések és az ott elhelyezkedő épületek fedés és rejtés szempontjából fontos szerepet töltenek be katonai műveletek alkalmával, ezért meghatározó jelentőségű az épületek magassága és építési anyaga. A vasbetonból és téglából készült építmények sokkal ellenállóbbak és biztosabb fedezéket biztosíthatnak, mint a könnyűszerkezetes és faépítmények. Járművekkel való mozgás szempontjából meghatározó az utak szélessége. Az épületek egymáshoz viszonyított elhelyezkedése meghatározza a tűzvezetési lehetőségeket.

#### Közlekedési hálózatok

Tereptani értelemben közlekedési hálózatok alatt értjük az utakat, valamint a vasutat és ezek kiegészítő infrastruktúráját és műtárgyait (pl. állomások, pályaudvarok, hidak, alul- és felüljárók stb.), valamint a légi és hajóközlekedés szárazföldi infrastruktúráját. A harcászati szimulátor esetében ezek közül mindössze az utakkal kell foglalkoznunk, mivel alapvetően szárazföldi feladatok végrehajtására specializálódott a szoftver. Az utak jelentősége a feladat végrehajtás során szükséges járművel történő mozgások tekintetében jelentős.

### Meteorológiai összetevők<sup>5</sup>

A meteorológiai változók közül a legfontosabb tényezők a hőmérséklet, csapadék és a szél. A hőmérséklet változása kihat a terep járhatóságára, az emberi szervezet fizikai teljesítőképességére és moráljára, továbbá a technikai eszközök működőképességére és teljesítményére. Extrém hideg és meleg szélsőségek esetén az emberi teljesítőképesség nagymértékben csökkenhet. A csapadék a talajok témakörében már megtárgyalt módon erőteljesen befolyásolhatja a járhatóságot, mind eső, mind pedig hó esetén. Érdemes említést tenni a levegő magas páratartalmáról és a ködről, mivel ezek a látótávolságot nagyban csökkenthetik, így a rejtésre nagy befolyással lehetnek. Csapadékok hullása esetén a terep rejtő képessége a korlátozódó látási viszonyok és a lehulló csapadékcseppek zajhatása miatt nő. Az erős szél szintén képes elnyomni a zajokat, és erőteljesen befolyásolhatja a tűzvezetést és a légi járművek működését.

### *Az terep összetevőinek és az alapvető elemeinek megjelenése a Virtual Battlespace 3 szimulációs környezetben*

A terep elemzések kiemelten fontosak a légierő szempontjából a légi fölényvel kapcsolatos műveletek eredményes tervezéséhez és végrehajtásának a modellezéséhez.<sup>6</sup>

A szoftver részletes vizsgálatát megelőzően elmondható, hogy a készítők a lehető legszélesebb körű alkalmazásra és felhasználhatóságra törekedtek. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy tulajdonképpen végtelenszámú területi és hozzájuk tartozó terepi viszonyokat képes megjeleníteni a rendszer. Alapesetben több, előre elkészített szcenárióval találkozhatunk, melyek már önmagukban lefedik a földrajzi övezetek nagy részét, azok jellemző felszíni formáival és a hozzájuk tartozó növényzettel együtt. A programban az igazán nagy lehetőségeket az jelentheti, hogy a beépített tájtípusokon túl a gyártó tulajdonképpen bármilyen más földrajzi területet képes beilleszteni, akár jövőbeli válságterületekről, virtuális, vagy valós gyakorlóterekről legyen is szó. Mindemellett a fejlesztő olyan speciális modult is képes biztosítani a felhasználók számára, amely lehetővé teszi a felhasználó rendelkezésére álló térképészeti és térinformatikai adatbázisok feldolgozását. A saját adatokra támaszkodva teljesen egyéni, a valóságban is létező területek formázhatók meg, ezzel megteremtve a teljes testreszabhatóság lehetőségét. A saját adatbázisok felhasználása mindamellett jelentős költségmegtakarítást eredményezhet a szoftver szcenárióinak jövőbeli fejlesztése esetén.

---

<sup>5</sup> HQ Department of the U.S. Army: Terrain Intelligence (FM 30-10). Washington, 1967. 13-28 p.

<sup>6</sup> Krajnc Zoltán, Ruttai László, Dudás Zoltán: A légtér feletti ellenőrzés képességének szintjei Repüléstudományi Közlemények 2: pp. 125-131. (2002)

Az elemzés során a már rendelkezésre álló, előre beintegrált területekről összességében fogalmazom meg tapasztalataimat. Későbbi tanulmányok és vizsgálatok során a földrajzi területek külön-külön is értékelésre kerülhetnek.

#### A domborzat megjelenítése

A felszíni szintkülönbségek megjelenítése valóságos és arányosnak mondható. A domborzati formák jól elkülöníthetők és felismerhetők, valamint az adott területek földrajzi elhelyezkedésére jellemző felszínformákat hűen rekonstruálják. A terepi kategóriákat a beépített mintaterületeken jól elkülöníthetjük, de ezek a területek természetesen nem fedik le az összes számításba vehető variációt, többek között a magashegységi szcenárió hiánya miatt annak értékelését nem lehet elvégezni.

A felszíni szintkülönbségek a programban megtalálható adott területekre vonatkozó, és a szimuláció során bármikor megtekinthető térképeken a NATO térképészeti szabványoknak megfelelő szintvonalakkal vannak jelölve. A kétdimenziós térképi jelölések és a háromdimenziós megjelenítés összhangban van egymással, azaz a magasságkülönbségek arányosan jelennek meg.

A domborzati formák a valóságoshoz hasonló fedési és rejtési viszonyokat adnak vissza. A felszínre becsapódó lövedékek, gránátok, bombák, valamint a telepített robbanótöltetek realiztikus változást idéznek elő, és méretüktől függően alakítják a felszínt, ezzel akár megváltoztatva a fedési és rejtési viszonyokat.

A tengerszint feletti magasság változása kihat az emberek és a járművek mozgására is. Az emberi mozgás emelkedőn lelassul, míg lejtőn gyorsul. A nagy szintkülönbségek végletekig erőltetett leküzdése során az emberek elfáradnak, előbb képtelenné válnak a gyors helyváltoztatásra, majd a látómezejük beszűkül, és nem tudnak továbbhaladni. Ekkor a valósághoz hasonlóan néhány perc pihenőidőre van szükségük, amely eltöltése során fokozatosan regenerálódnak. A sérült katonák, a sérülés helyétől és súlyosságától függően a terepen való mozgást lassabban tudják végrehajtani, és hamarabb elfáradnak. A túlságosan meredek emelkedők egy bizonyos emelkedési szöget követően nem leküzdhetők még gyalogosan sem. Járművek esetében a felszíni magasságok váltakozása kapcsán az emberekhez hasonló reakció tapasztalható, azaz emelkedőn lassul, lejtőn pedig gyorsul a mozgásuk. A szoftverben a járművek üzemanyag fogyasztása nyomon követhető, azonban a nehezebben járható terepen történő mozgás és a jelentős szintkülönbségek leküzdése során a megnövekedett tüzelőanyag fogyasztás nem észrevehető. Az előre telepített mintaterületeken a nem jelentős



szintkülönbségek miatt nem megállapítható az sem, hogy az egyes járművek realisztikus terepjáró képességekkel rendelkeznek-e, avagy nem.

A domborzat megjelenítéséről összességében elmondható, hogy az adott földrajzi területekhez illeszkedő, és realisztikus módon került megtervezésre, így képes visszaadni mindazoknak az előnyöknek és hátrányoknak nagy részét, amelyekkel a valóságban is találkozhatunk.

### Talaj

A talajviszonyok megjelenésükben alkalmazkodnak az adott területek földrajzi elhelyezkedéséhez. Komoly hiányosság, hogy a különböző övezetekben az egyébként eltérő tulajdonságokkal rendelkező talajok járhatósága között nem észlelhető semmilyen különbség sem gyalogosan, sem pedig járművek esetében. A talajok víztartalma sem képez eltéréseket járhatóság szempontjából, azaz ismeretlen a sár fogalma, és a vízpartokhoz közeli, a valóságban nedves és nehezebben leküzdhető területek sem elkülöníthetőek. Bár a scenáriók beállításai között fellelhető egy talajnedvességre utaló opció, melynek intenzitása állítható, de ennek alkalmazása effektív eredmény nélküli. Ha egy mondattal kellene kifejezni a felszín viszonyokat, akkor teljesen homogénnek nevezhetnénk a talajfelszínt, ami a behatásokra nem, vagy csak nagyon kis mértékben reagál és a valóságos tulajdonságokkal csak minimális mértékben rendelkezik.

Pozitívum viszont, hogy a különböző talajok száraz időjárási körülmények fennállásakor a valóságnak megfelelően és eltérő mértékben porzanak, például sivatagos területeken sokkal intenzívebben, és ez a láthatóságot és a tájékozódási képességet is komolyan befolyásolhatja. Sajnálatos módon a rendelkezésünkre bocsájtott területeken eső, vagy hó hatására sem változik a járhatóság, az emberi lábnyomok és a járművek nyomai ellenben jobban kirajzolódnak.

Ezen összetevő jelenleg nem realisztikus és mivel a talaj a terepjárhatóság meghatározó tényezője és komoly befolyással van a katonai műveletek végrehajtására a fejlesztése nélkülözhetetlen. A szoftver gyártója információim szerint viszont tisztában van a problémával és a hiányosságokkal, melyek megoldásán dolgoznak, azonban a magas fejlesztési költségek miatt a munka csak akkor gyorsulhatna fel jelentős mértékben, ha az alkalmazás a jelenleginél szélesebb felhasználói bázissal rendelkezne.

### Vizek

Az álló és folyóvizek megjelenítése a természetes viszonyokhoz hasonló. A kidolgozottság nem teljes részletességgel történt, ennek megfelelően vannak egészen valóság

és kevésbé realiztikus elemek is. Pozitívumként kell tekintenünk a víz hullámozásának modellezésére, amely az időjárási tényezők változásával együtt képes átalakulni, azaz például erős szél esetén az intenzitása és a hullámok mérete is növekszik. További jól megkonstruált elem a vízben való mozgás és ennek sebessége, amely a gázolás esetén természetesen a vízmélységgel arányosan lassul, az úszás gyorsasága pedig a valóságnak megfelelő. Szintén megemlítendő, hogy a vízben történő mozgás során kifejtett erőteljesebb fizikai megterhelés miatt az emberek jobban elfáradnak. Vízi járművek használata során azok mozgása természetes, és a róluk történő tűzvetetést és célra tartást a víz mozgása (elsősorban a hullámozás) hűen befolyásolja. A víz sodrásának szimulálására tulajdonképpen szabad kezet kapunk. A folyóknál alapesetben nem tapasztaltam érezhető hatását a folyási sebességnek, viszont objektumként bárhol elhelyezhetünk a folyási paramétereket meghatározó beállítást. Ennek kidolgozottsága kiváló, külön-külön állítható a kiterjedése, a víz folyási sebessége m/s mértékegységben, valamint a mozgás iránya. Az említett beállítás az állóvizek esetében is használható, így a nagyobb kiterjedésű vizekben akár a tengeráramlatok szimulálására is alkalmas lehet. Használata természetesen mind az emberi, mind a vízi közlekedésre alkalmas eszközök mozgását realiztikusan befolyásolja, a vízmozgás irányában a haladás felgyorsul, míg a vele ellenkező irányban arányosan lassul és jelentős többletenergia felhasználást okoz.

Azonban több hiányosság is tapasztalható a vizekkel kapcsolatban. Elsőként említeném a földrajzi területhez és az évszakhoz kötődő hőmérsékleti értékek figyelmen kívül hagyását, amely miatt jelenleg nem szimulálható befagyott vízfelszín, és a hidegebb víz okozta emberi teljesítőképesség romlás. A talajok témakörében említett talajnedvességgel és járhatósággal kapcsolatos megjegyzésre visszautalva itt is kiemelendő, hogy a vízpartok közelében a parti talajok mozgásra gyakorolt hatása és járhatósága nem mutat eltérést más területektől. A meder és part tulajdonságai nem térnek el a környezetüktől, így ezek sem gyakorolnak semmilyen hatást a mozgásra.

Megjegyzendő az is, hogy hosszantartó és intenzív csapadék hatására az állóvizek szintje nem változik, és a folyóvizek esetében sem figyelhető meg vízhozam és vízszintnövekedés. Epizodikus vízfolyások nem alakulnak ki.

#### Növényzet

A vegetációról is kijelenthető, hogy a különböző földrajzi területeket mintázó helyszíneken a földrajzi övezetességhez illeszkedik. Alapvetően három típusba sorolhatjuk a megjelenített növényeket: füvek, a cserjék és bokrok csoportja, valamint a fák.

Az aljnövényzetek ábrázolása a füvekre koncentrálódik, melyek magasságuk szerint elkülönülnek. A rejtő képességük csekély, a járművek és emberek mozgására hatásuk nincs, ám a mozgáskor keletkező zajok hűen megkonstruáltak. Érdeemes kiemelni, hogy a szél hatására a magasabb fűszálak mozognak.

A cserjék és bokrok még eléggé kezdetleges formában jelennek meg. Kinézetüket tekintve nem mindig valóságosak, a grafikai kidolgozottságuk pedig hagy kívánnivalót maga után, például a levelek több esetben nem különülnek el az ágaktól. A vizuális láthatóságot nagyban befolyásolják saját részünkről, azonban számunkra valódi rejtést nem képesek biztosítani. A mozgást csak nagyon csekély mértékben és formában befolyásolják, azaz mind gyalogosan, mind járművel úgy haladhatunk át a rajtuk, mintha ott sem lennének, esetleg az áthaladáskor a mozgási sebesség kis mértékben csökkenhet. A jelenlegi formában inkább dekorációs elemeknek tekinthetjük őket.

A fák csoportját vizsgálva már jobb a helyzet. Földrajzi területtől függően megtalálhatók a jellemző magasságú csoportok és ezek egymástól jól elkülönülnek. A fák fatörzsvastagsága is megkülönböztethető, igaz ez az áthaladási lehetőségekre nem mindig effektív. A mozgás során a fák akadályokat képeznek, amelyek leküzdhetőségét realisztikusan meghatározza az adott jármű sebessége és tömege, de a fizikai modellezés még sok fejlesztésre szorul. Sajnos a járművek fákkal történő érintkezése során csak két opció lehetséges: a fa vagy kidől, vagy nem szenved semmilyen sérülést. A füvektől és a cserjéktől eltérően a fák lövedékek által sérülnek és megsemmisülhetnek, de ennek is elég kezdetleges a kivitelezése, ugyanis a fatörzs nem a lövedékek becsapódásánál szenved sérülést, hanem az egész törzs kidől, majd sok esetben valamilyen szoftverhiba miatt egyszerűen eltűnik, így fedezéket és akadályt már nem jelenthet. Fedezék szempontjából az egyéni fegyverek lövedékei ellen védelmet nyújtanak, de természetesen csak addig, míg meg nem semmisülnek. A fák a szél intenzitásának és irányának megfelelően mozognak.

A növényzetre vonatkozóan mindenképpen fontos beszélni az évszakos változásokról, illetve annak hiányáról. Jelenleg az évszakok változása nem jelenik meg a szimulációban, azaz tulajdonképpen minden szimulált földrajzi területen csak a nyári vegetációs időszak jeleníthető meg. Ennek hátránya az, hogy a nyári, őszi, téli és tavaszi időszakok növényzeten alapuló rejtési viszonyainak jelentős különbözősége (gondolhatunk akár az eltérő színösszetételre, vagy a lehullott avarra, illetve a fákon és a bokrokon a levelek hiányára) nem jelenik meg. Habár a programban beállítható a dátum és az idő, a megjelenítés ehhez évszakosan nem igazodik.

A program tesztverziójában ugyan nem kapott helyet, de létezik egy olyan lehetőség (úgynevezett „terraformálás”), amely használatával szabadon beállíthatjuk a vegetáció

intenzitását, így sűrűbb és ritkább növényzetborítottságot is szimulálhatunk a földrajzi elhelyezkedéstől függetlenül is.

A növényzet megjelenése, valamint a növényzeti csoportok tagolódása az éghajlati tényezőkön túl erősen függ a terület domborzati adottságaitól is. Ebben az esetben a természetes növénytakaró dűsságát befolyásolhatja a tereprészletekre beeső napfény mértéke, azaz az északi féltekén a déli kitettségű lejtőkön általában megfigyelhető a sűrűbb vegetáció kialakulása. A mintaterületeken a nem szignifikáns magasságkülönbségek miatt ez a jelenség nem szembetűnő, azonban az említett „terraformálás” alkalmazásával ezt akár az egyéni igények figyelembevételével is kialakíthatjuk.

A növényzet vertikális övezeteinek elkülönülése szintén nem vizsgálható, hiszen nagy tengerszint-feletti magasságú övezetek, vagy hegyvidéki mintaterületek nem állnak rendelkezésre.

#### Települések és építmények

A terepelemek ezen csoportjának legfontosabb tulajdonsága a fedés és a rejtés biztosítása a katonák számára. A szimulátorban megjelenő építmények és települések arculata igazodik a feldolgozott területekre jellemző stílusjegyekhez. A trópusi területeket modellező pályán a lakott területeken megjelennek a faviskók, az afganisztáni modellben a jellemző vályog és kőépítmények, míg az európai helyszíneken a téglából készült épületek. A települések arculata is igazodik a helyi viszonyokhoz, azaz az utcák szélessége, a falvak területén futó utak anyaga, és egyéb infrastruktúrája jól ábrázolt. A külső megjelenés realiztikussága azonban nem mindig van összhangban az építési anyagból fakadó valós fizikai tulajdonságokkal.

Az épületek az építési anyagtól függően károsodhatnak és megsérülhetnek mind járművek, mind lövedékek, vagy más külső behatások által. A kő, téglá és beton építmények ellenálló képessége értelemszerűen sokkal magasabb. A program tesztelése során viszont felfedeztem egy szoftverhibát, miszerint a lövedékek több esetben nem folyamatosan gyengítették az épület szerkezetét, hanem először semmi látható nyomuk nem jelentkezett, majd hirtelen az épület összeomlott. Az összeomlás után pedig a valóságban fennmaradó törmelék halom egyszerűen eltűnt, pedig ez további fedezék biztosítását eredményezné a valós végrehajtás során. Az is szembetűnő, hogy egy tégláépület nem az építőanyagának megfelelő méretű elemekre esik szét találat esetén, hanem annál sokkal nagyobb, összefüggő darabokra. Hiányoltam továbbá azt a tulajdonságot, miszerint egy fából készült épületen az egyéni fegyverek lövedékei áthaladhatnak, míg például egy betonépületen nem. Több esetben az volt

a tapasztalatom, hogy a szoftver bizonyos körülmények között képes előnyösen megkülönböztetni az építési anyagokat, máskor viszont egyáltalán nem vesz tudomást róluk.

Nagy előny viszont, hogy például egy légi támadás, vagy tűzérési tűz esetén az érintett területeken elhelyezkedő építmények realisztikusan pusztulnak, valamint az, hogy az ekkor megjelenő hang és vizuális hatások (például repülő törmelékdarabok, füst és por) jól visszaadják a valódi körülményeket.

### Közlekedési hálózatok

Ahogy már említésre került, a közlekedési hálózatok vizsgálata a szoftver felhasználási céljaiból adódóan a szárazföldi utakra kell, hogy koncentrálódjon. A szimuláció során megjelenő utak nem fedik le teljesen a tereptani értelemben elkülönített kategóriákat. Ez nem feltétlenül róható fel a rendszer hiányosságának, hiszen az úthálózat minden egyes feldolgozott földrajzi területen különböző mind fejlettségében, mind pedig sűrűségében. Tehát ha a jelenleg rendelkezésre álló területek nem is tartalmazzak minden típusú utat, a jövőben új scenáriók kifejlesztése során ezek az aktuális területek függvényében kialakíthatóak.

A teszt szoftverbe épített pályákon alapvetően két útcsoportot különböztethetünk meg: a szilárd burkolatúakat, valamint a talajutakat. Fizikai tulajdonságukat tekintve nem érezhető markáns különbség a használatukban és sajnos a felület tulajdonságai csapadék hatására sem mutatnak jelentős változást. Ugyanakkor a nem szilárd burkolattal ellátott utak a járművek elhaladásakor porzanak, amely természetesen csapadékos időjárás esetén nem jelentkezik. A környező tereptől vizuálisan jól elkülöníthetőek és nyomvonaluk felülnézetből jól kirajzolódik, azonban a terepen való mozgás során használatuk nem feltétlenül mutat különbséget a szomszédos környezettől.

Az utakhoz tartozó műtárgyak alatt értjük például a különböző alul és felüljárókat, alagutakat, hidakat. Ezek fizikai és műszaki paraméterei általában egyértelműen meghatározzák azt, hogy milyen típusú jármű képes keresztülhaladni rajtuk. Hidak esetében több tényező együtteséből (építési anyag, hossz, szélesség, teherbírás, átívelési magasság, pillérek közötti távolság) kiderül, hogy az általunk, vagy az ellenséges erők által használt jármű képes-e átkelni rajtuk, vagy milyen mértékben képesek ellenállni a megsemmisülésnek, illetve, hogy mekkora méretű vízi jármű haladhat el alattuk. Mivel a programban fellelhető mintaterületek nem tartalmazzak ilyen jellegű műtárgyakat a valóságos kialakítással kapcsolatos kérdések egyelőre válaszok nélkül maradnak.

### *Meteorológiai paraméterek*

A Virtual Battlespace 3 szimuláció alapjaiban véve jól képes kezelni és valóságosan visszaadni az időjárási változókat, de már a tulajdonságok részletes ismertetése előtt meg kell említeni, hogy a program jelen verziójában a hőmérséklet paraméterezhetőségére nincs lehetőség. A következőkben a fő időjárási elemek jelenlétét és a hozzájuk kapcsolódó beállítási lehetőségeket kívánom bemutatni. A szoftverben egy-egy feladat előkészítésénél van lehetőségünk arra, hogy teljesen kikapcsoljuk az időjárási elemeket, illetve a másik beállítási mód az alapértelmezett, paraméterezhető funkció. Értelemszerűen a statikus esetben az időjárás nem fog kihatni a szimuláció végrehajtására, ezért minden esetben a második opció használatával vizsgáloztam.

#### *Szél és légmozgások*

A szél megjelenésének beállítása két tulajdonságának megadásával vihető végbe: a sebességével és a szél irányával. A sebesség fokozatmentesen, azaz tulajdonképpen végtelen számban beállítható a nulla értéktől kezdve. A szél sebességének növelésével annak valós hatásai jól megjelennek, befolyásolja többek között a növényzet és a falevelek mozgását, a víz felszínének fodrozódását, valamint a szélesebbesség függvényében a kialakuló hullámok nagyságát. A sebesség növelésével a terepen különböző objektumok kavarodnak, illetve emelkednek fel, jó példa erre a falevelek és a homok, de hulló csapadék esetén az esőcseppek, vagy hópelyhek mozgására is hatással van. A fegyverekkel való célzást az erős szél megnehezíti, illetve a nagy távolságokra irányuló tűzvezetést jelentősen befolyásolja. A szél képes a lövedékek röppályáját módosítani. A járművek mozgásának távolról való felfedezhetőségét széles időjárás esetén növeli, hogy az általuk felvert por a szél hatására jobban felkavarodik és elsodródik. Emberek esetében a nagyon erős szél kismértékben lassíthatja az előrehaladást, ám ez szárazföldi és vízi járművekre nem fejt ki érezhető hatást. Komoly befolyása van viszont a légi járművek mozgására, melyek irányíthatósága és teljesítménye a szélesebbesség függvényében realisztikusan csökken. Igényes részletnek tekinthető, hogy a szél intenzitásának növekedésével a környezeti zaj arányosan nő, ezzel jól visszaadva a valós körülményeket, így a széliránnyal ellentétes irányból érkező katonáknak rejtést képes biztosítani a mozgás keltette zajokat elnyomva. Megjegyzendő, hogy a szél sebessége nem konstans, hanem dinamikus módon jelenik meg, azaz a sebesség beállításának növelésével csak a maximális széllökések nagyságát határozzuk meg.

A szélirány beállítására az iránynak megfelelő égtáj, vagy mellékégtáj megadásával van módunk, de az irány realisztikusan és kismértékben folyamatosan változik.

Az alapparaméterek konfigurálhatóságán túl rendelkezik a program egy lokálisan szabadon elhelyezhető, úgynevezett „sandstorm” lehetőséggel. Bár a kifejezés magyarra fordítása homokvihart jelent, de a valóságban ez jóval túlmutat a megnevezésén. Ez tulajdonképpen szimulálhat szélvihart, homokvihart, vagy akár mesterséges füstöt, vagy ködöt. Az objektum elhelyezésekor lehetőségünk van a jelenség átmérőjének, magassági kiterjedésének és intenzitásának megadására, sőt a felhasználási célnak megfelelő szint is ki tudjuk választani, tehát ha nem a valódi homokvihart, hanem füstgránátot kívánunk megjeleníteni, nyugodtan választhatjuk akár a piros szint is. Az intenzitás növelésével természetesen a láthatóság és a tájékozódási képesség drasztikusan csökkenhet, valamint a viharban tapasztalható szél erőssége, és a hozzá kapcsolódó hanghatás is növekszik.

A szél széleskörű beállítási lehetőségeit véleményem szerint egy hasznos funkcióval lehetne bővíteni: a szél sebességének megadása egy skálán állítható, azonban a skála nem tartalmaz beosztásokat és mértékegységeket. Utóbbiak elhelyezésével jól azonosíthatóak lehetnének az egyes sebességek által okozott hatások, illetve lehetőség nyílna arra is, hogy az adott szélesebesség vonzatában pontosan megismerhessük például a tűzvezetésre gyakorolt negatív befolyást is. A skála értékekkel való ellátása mellett esetleg ki lehetne alakítani egy mezőt is, ahová csak be kellene gépelni a kívánt értéket. A mértékegységek megadásánál javasolnám a méter/másodperc, továbbá a mérföld/másodperc értékeket is, ezzel is felkészítve az állományt a nemzetközi környezetben használt eltérő mértékegységek használatára.

#### Csapadék, felhőzet és köd

A csapadékok csoportját kétfajta formában adhatjuk meg: eső és hó beállítására van lehetőség. Mindkét esetben a szélesebesség paraméterezőségéhez hasonlóan egy fokozatmentes skálán határozhatjuk meg az intenzitást, tehát itt is elmondható, hogy az funkció végtelen számban paraméterezhető. A csapadék hullásának intenzitását emelve a levegő páratartalma növekszik, és ennek megfelelően a láthatósági viszonyok folyamatosan romlanak. Az eső esetében az égbolt borultsága automatikusan erősebb lesz, míg a hó esetén ez nem történik meg, de a borultság külön is állítható. Korábban már említettem, hogy problémaként merült fel a hó felhalmozódásának hiánya. Tudomásom szerint az alkalmazáshoz készült egy északi, havas területet szimuláló helyszín is, amit sajnos a rendelkezésünkre bocsájtott teszt szoftver nem tartalmaz. Ezen területen a hóesés következtében a felhalmozódás folyamatosan történik, és véleményem szerint igen hasznos lenne ezt a lehetőséget kiterjeszteni a más földrajzi területeket modellező mintaterületekre is, de magától értetődően csak olyanokra, ahol a havazás az elhelyezkedésükből adódóan természetes jelenséggé előfordulhat. Komoly

anomália, hogy ugyan beállítható a szimuláció ideje, azonban az év bármely szakában konfigurálható hóesés, akár nyáron is. A kérdés, hogy ez utóbbi lehetőség csak a még szabadabb beállítási paraméterezhetőség miatt, tudatosan van-e így beépítve a szoftverbe részemről nem megválaszolható. Intenzív esőzés esetén a lehulló cseppek által keltett zaj a többi környezeti hangot valóságosan tompítja és elnyomja.

A terepjárhatósággal kapcsolatos korábbi tapasztalataim közül itt is érdemes megemlíteni, hogy a tesztpályákon sem eső, sem pedig hó hatására nem történik változás, tehát a csapadék nem képes a természetben megfigyelhető módon befolyásolni a terepen történő mozgást. A beállítások között létezik egy opció a sáros talaj szimulálására, de ezzel a lehetőséggel nem sikerült eredményt elérnem. Öröndetes azonban, hogy a száraz talajon a járművek mozgásuk alkalmával port kavarnak fel, de amint a talajra csapadék hullik, ez megszűnik, és nagyobb mennyiségű eső esetén a víz verődik fel.

Ahogy már említettem a felhőzsírt külön megadható és változtatható opció. A szél sebességéhez és a csapadék intenzitásának beállítási lehetőségeihez hasonlóan itt is egy fokozatmentes skálán határozhatjuk meg a felhőzet vastagságát. A vastagság növelésével párhuzamosan itt is megfigyelhető a levegő páratartalmának emelkedése és ezzel a láthatóság csökkenése. Ha a felhőzet már olyan vastag, hogy nem képes rajta áthatolni a napfény, akkor az egyébként tereptárgyaknál realiztikusan megjelenő árnyékok eltűnnek. Ha a felhőzetet maximális-közeli vastagságúra állítjuk, akkor a zivatarok idején tapasztalható hang és fényjelenségek is automatikusan, de rendszertelenül megjelenhetnek. A felhőzet fokozatos megvastagodása a légi járművek tájékozódásának romlását idézi elő.

A köd beállítására szintén fokozatmentes lehetőségünk van. A köd sűrűségének függvényében nagyban rontja a vizuális láthatóságot, valamint a csapadékhoz hasonlóan, de annál realiztikusan kevésbé, de érezhetően képes a hangokat tompítani. Köd esetén nagyon hasznos opció, hogy meg tudjuk adni a ködfolt vertikális kiterjedésének adatait, tehát az alsó és felső határát a tengerszinttől viszonyítva méter mértékegységben.

A programban a fent említett felhőzet és köd esetében alkalmazható egy nagyon hasznos és realiztikus további opció is. Ez az úgynevezett „wanted” lehetőség lehetővé teszi, hogy bizonyos idő elteltével a feladat végrehajtásának kezdetétől számolva a felhőzet és köd viszonyokat megváltoztassuk. Ezzel elérhető, hogy például az eredetileg teljesen borult égbolt és sűrű köd 30 perc elteltével eloszoljon, így a végrehajtási körülményeket és a láthatóságot teljesen megváltoztatva. A „wanted” opció használata esetén a jövőbeli körülményekre ugyanazon széleskörű beállítási lehetőségek adóttak, mint a kezdeti helyzet esetében. Az opció használatával nagyon sok kombináció megtervezésére nyílik lehetőségünk, többek között arra



is, hogy például fél óra múltán a sűrű köd felszálljon, úgy, hogy csak a ködfolt aljának emelkedését állítottuk be, ezáltal a felszínen tevékenykedő katonák rejtése jelentős mértékben csökken, de a légi felderítés alkalmazására továbbra sincs mód. Ennek a lehetőségnek a kihasználása váratlan és kiszámíthatatlan kihívásokkal állíthatja szembe a felhasználókat, amely tapasztalatszerzés és felkészülés szempontjából nagyon eredményes lehet. A szoftver jövőbeli fejlesztése során mindenképpen megfontolandó lenne ezt a módszert kiterjeszteni az eső és a hó, valamint szél beállítási lehetőségeire is.

A szél témakörében említettekhez hasonlóan itt is hasznos lenne a csapadék, valamint a felhőzet beállítására szolgáló skála beosztásokkal való felvértézése. Eső esetén az adott idő alatt lehulló mennyiséget milliméterben, hó esetén centiméterben javasolnám megjeleníteni. A felhőzöttség tekintetében megfontolandó lenne alkalmazni a meteorológiában használt okta, azaz nyolcad mértékegységet annak függvényében, hogy a felhőzet hány nyolcadát fedi le az égboltnak.

#### Hőmérséklet

A hőmérséklet az egyik legfontosabb és alapvető meteorológiai tényező. A szoftver jelenlegi verziója sajnos nem kínál beállítási lehetőségeket erre vonatkozóan, amely véleményem szerint jelentős hiányosság. A hőmérséklet beállítási lehetőségnek hiányában nincs lehetőség vizsgálni például a fagy hatásait a járhatóságra, a hideg hatását a katonák mozgására és teljesítőképességére, vagy akár a technikai eszközök működésére. Ahogy már korábban megjegyeztem elkészült egy általunk nem hozzáférhető északi, hideg területet mintázó scenárió, amelynek vizsgálata számunkra is kimondottan fontos lehet. Ezt leszámítva viszont úgy gondolom, hogy elvárható alapopciónak kellene lennie a hőmérséklet beállításának minden földrajzi terület esetében abban a tartományban, ami illeszkedik a valós földi elhelyezkedéshez.

#### Éghajlati viszonyok

A különböző földrajzi területeket megjelenésüket és általános viszonyaikat tekintve jól feldolgozó alkalmazás alapértelmeben nyári viszonyokat jelenít meg. Mivel az évszakok átállítására nincs külön lehetőség, próbálkoztam a külön megadható dátum és idő adatok módosításával az automatikus változás reményében, azonban ez nem vezetett eredményre. Tapasztalataim alapján kijelenthető, hogy az előzményekben említett téli környezetet feldolgozó scenáriót leszámítva az évszakok változtatására sem automatikusan, sem pedig manuálisan nincs lehetőség. Ezt jelentős hiányosságnak tartom, hiszen az évszakokra jellemző terepi megjelenési formák jelentősen különböznek egymástól. Tereptani szempontból

leginkább a vegetáció változásához köthető rejtési viszonyok átalakulása és hőmérsékleti viszonyok váltakozása nem leképezhető. Reményeim szerint a program ezen része fejlesztéseken fog átesni és az általam jelenleg nehezményezett kérdésre születik valamilyen megoldás.

#### *A terepi tájékozódás szoftver által nyújtott lehetőségei*

A terepi tájékozódás katonai szempontból alapvető fontosságú. Fontos, hogy a katonák ismerjék és képesek legyenek meghatározni pozíciójukat és az ellenséges erők helyzetét is. Szintén alapvető követelmény, hogy térkép segítségével képesek legyenek tájékozódni, azon el tudják helyezni a fontos pozíciókat és célokat, és a térképen fellelhető tereptárgyakat tudják a terepen azonosítani.

Az alkalmazás terepi tájékozódásra igazán széleskörű lehetőségeket kínál. A természeti tényezőkön túl a hagyományos és legmodernebb technikai eszközök is rendelkezésünkre állnak. A következő részben ismertetni fogom először a természeti tényezők által nyújtott tájékozódási lehetőségeket, a térképnézetet, valamint a rendelkezésre álló eszközöket.

#### *Természeti tényezők*

A természeti tényezők közül a legfontosabb elemek megjelennek az alkalmazásban, de nagy részletességre nem támaszkodhatunk. A szoftver jellegéből adódóan az álláspontom az, hogy az alapfunkciók meglete kielégítheti a kívánalmakat, és további részletességre csak akkor lenne szükség, ha kifejezetten virtuális környezetben kívánnánk a tereptani oktatást megvalósítani. Ellenben a funkciók fejlesztésével a szoftver felhasználhatósági lehetőségeit jelentősen ki lehetne szélesíteni, és ez jelentős eredményekkel kecsegtetne a számunkra ismeretlen és elérhetetlen tereptípusok tanulmányozása, gondolhatunk itt akár a földrajzilag nagy távolságra elhelyezkedő területekre is.

A jelenleg fellelhető elemek közül a napszak függvényében beszélnünk kell a Nap, és a csillagok mozgásáról és megjelenéséről. A Nap helyzete a feldolgozott földrajzi terület függvényében változik, azaz képes követni, hogy az aktuális terület a déli, vagy az északi féltekén fekszik, és ennek megfelelően északi, vagy déli irányban jelenik meg. Mivel a szimuláció valós időben zajlik, a Nap a horizonton megtett útjának mindig a helyes szakaszán figyelhető meg, amely összhangban van a pontos idővel. A Nap megjelenését a beállítható levegő páratartalom és a felhőzettség arányosan befolyásolja. Maximális felhőzettség esetén a helyzete nem meghatározható. A Nap aktuális helyzetéből és a pontos idő ismeretéből az égtájak irányai meghatározhatóak. A tereptárgyak árnyékot vetnek, amelyek minden esetben

realisztikusan a Nap korongjával szemben kerülnek kivételre, és az égitest mozgásával irányuk és helyük megváltozik.

Az előzőekben leírtakból már kiderült, hogy lehetőségünk van a szimuláció megtervezésekor az idő beállítására. Az idő függvényében a napszakok váltakoznak és az éjszakai szakaszban az égbolton megjelennek a csillagok. A tájékozódás szempontjából fontos Sarkcsillag és a csillagképek segítségével az éjszakai tájékozódásra is van lehetőség.

Szintén hasznos támpont lehet, ha ismerjük a szél irányát. Erre segítségünkre lehet a fák és a növényzet szél következtében megjelenő mozgása, vagy a felvert, illetve felkavarodott por és füst mozgása.

#### Tájékozódást segítő eszközök

A térkép, mint a tájékozódás egyik alapeszköze jól kidolgozottan és megfelelő részletességgel került kialakításra. A megjelenítésére egy egyszerű gombnyomással kerülhet sor, amely hatására az úgynevezett parancsnoki, vagy más néven térképes nézet jelenik meg. További lehetőségként a háromdimenziós megjelenítési módban a képernyő tetszőleges részén rögzíthetünk egy színes kijelzővel ellátott GPS készüléket, amelynek egyetlen funkciója, hogy az úgynevezett „mozgási térképet” (amely a scenárió térképnek egy részletét mutatja) megjelenítse. Ennek a lehetőségnek az aktiválásával áttekinthetővé válik a közvetlen környezetünk, és figyelemmel kísérhetjük a haladási irányunkat. A térkép a szoftverben feldolgozott scenáriókhoz hasonlóan a valós földrajzi területet lefedve, a földrajzi fok és az UTM síkkoordináta hálózatba illesztve jelenik meg. Az UTM síkkoordináta hálózat megléte kiemelten fontos, ugyanis a NATO szabványos topográfiai térképek alapvetületéről van szó. A megjelenített térképek méretaránya és megjelenített információtartalma nagyítás, illetve kicsinyítés hatására dinamikusan változik, így lehetőségünk van nagy kiterjedésű területek áttekintésére ugyanúgy, mint kis kiterjedésű területek nagyon részletes megjelenítésére is. A térképek keretén a megírások helyesen jelennek meg, a ráillesztett koordinátahálózati vonalak pedig valóságosak.

Ahogy már említettem a térképek részletessége a méretarány változtatását követi. A jelölések és jelkulcsok használata egyértelmű és hűen visszaadja a terepen megtalálható tereptárgyakat és felszínborítottságot, valamint a jelölések követik a nemzetközi szabványokat. A terep tengerszint feletti magasságára vonatkozó információkat a valódi térképeken alkalmazott szintvonalak segítségével jeleníti meg. Ezek elhelyezése és egymáshoz való távolsága jó áttekintést tesz lehetővé a domborzati viszonyok tekintetében, a megjelenített értékek pedig arányosak és a terepen tapasztalható szintkülönbségekkel harmonizálnak. A

terepen elhelyezett katonai egységek és objektumok a NATO egyezményes harcászati jelöléseivel kerülnek azonosításra, melyek kidolgozottsága igen magas színvonalú. A katonai elemek mozgása és esetleges megsemmisülése dinamikus és a térképi megjelenítés követi a valós időben bekövetkező eseményeket. Ez utóbbi azonban nem vonatkozik például az épületekre, amelyek elpusztulásuk után is megjelennek a térképeken.

A térképi nézetben továbbá több hasznos funkció is helyet kapott, amelyek jelentősen megkönnyítik és gyorsabbá teszik a munkát. Ilyen például a távolságok egyszerű lemérésnek a lehetősége, vagy az, hogy a kurzor mozgatásával azonnal megkapjuk annak a pontnak a pozícióját, amelyre mutatunk. A térképen megjelenő objektumok helyét többfajta azonosítóval jeleníthetjük meg. Alapesetben az MGRS (Military Grid Reference System) jelentőrendszer szerint kapjuk meg a kívánt pont azonosítóját, de lehetőségünk van többek között az UTM síkkoordináta, vagy a földrajzi koordináta megjelenítésére is. További hasznos opció, hogy a program képes kezelni a hálózati és a mágneses azimutokat, és ez által a tetszőleges pontok egymáshoz való elhelyezkedése könnyen meghatározható. A térképek a rajtuk megjelenő összes jelöléssel illetve jelkulcsi jellel, valamint UTM síkkoordináta hálózattal ellátva kinyomtathatók, amely hasznos lehet abban az esetben, ha nem szeretnénk a háromdimenziós nézetből átváltani a térképi nézetre, vagy a papír alapú tervezést szeretnénk előnyben részesíteni.

A terepi és a terepen elhelyezkedő objektumok felderítésére, valamint a saját és az ellenséges erők nyomon követésére nagyon jól alkalmazhatóak a programban megtalálható robotrepülőgépek. A tesztverzióban több valós típus is fellelhető, melyek a beprogramozott műszaki paramétereik és képességeik tekintetében teljesen valósághűen tudják ellátni feladataikat. Működtetésük a földi vezérlő egységek segítségével történik, melyek képesek az igazi berendezések funkcióit visszaadni az irányító számára. A feladatot végrehajtó repülőgépek irányítása során lehetőségünk van több kameranézet közül választani, így valós időben követhetjük nyomon a terepi felszínen zajló eseményeket. A robotrepülőgépek helyzete megjelenik a parancsnoki, vagy térképi nézetben is, ezzel információt szolgáltatva arról, hogy aktuálisan mely területekről kapunk légi felderítést.

#### *A tájoló használatának lehetőségei*

Az alkalmazás beépített tájolóval rendelkezik, amely segítségével könnyen meghatározhatóak az égtájak és a különböző látható tereptárgyak irányai, valamint ezek segítségével a pozíciónk is. A tájoló automatikusan megjelenik a parancsnoki, illetve térképi nézet választása esetén, de arra is van lehetőségünk, hogy egy adott billentyű megnyomásával a háromdimenziós nézetben is láthatóvá tegyük. Utóbbi esetén billentyűkombinációval

megtehetjük, hogy csak rövid időre, vagy tartósan megjelenítsük az eszközt. Ekkor a tájoló fix állapotban van rögzítve és mozgás hatására csak a skálával ellátott tárcsa fordul el. Ebben a nézetben az egér mozgásával az irányzószálat a kívánt tereptárgyra irányítva azonnal leolvashatjuk annak mágneses azimutját. A tájoló megegyezik a NATO tagországaiban alkalmazott lencsés tájolóval, ami magyar viszonylatban is előny, hiszen ez az eszköz a Magyar Honvédségben rendszeresítve van. A tájoló tárcsájának beosztásai azonosak a valódi eszközzel, azaz fok és 6400 beosztásból álló MILS vonásskála is megtalálható rajta, amely értékek szabad szemmel is leolvashatók.

A vonásrendszer szoftverbe való integrálásáról mindenképpen érdemes néhány megállapítást tenni. A térképen mérhető és meghatározható irányok esetében mind fok mértékegységben, mind a már említett MILS vonásrendszerben is kapunk információt. A NATO-ban elterjedt és elfogadott vonatkoztatási rendszer használata mindenképpen hasznos adottságnak tekinthető. A szoftver ezen funkcióinak kisebb továbbfejlesztésével lehetőségünk nyílna arra is, hogy az eddig csak terepen elvégezhető távolságbecslési és mérési gyakorlatokat a virtuális környezetben is gyakoroljuk. Ennek nagyon jó előfutára, hogy a programban megjelenő úgynevezett „training missions”, azaz gyakorló küldetések közül az egyik kifejezetten azzal foglalkozik, hogy megtanítsa a felhasználót a tájoló használatára olyan módon, hogy megkapjuk a célpont irányát és távolságát, majd pedig nekünk az eszköz segítségével meg kell találnunk a nevezett helyet.

#### *A GPS készülék használata*

A programban két beépített GPS készülék is rendelkezésünkre áll a navigációs feladatok végrehajtásához. Az első eszköz a térképek témakörében már említett, a szűk környezetünk kirajzolására alkalmazható, valódi navigációs funkciókkal nem rendelkező készülék. A második típus a DAGR (Defense Advanced GPS Receiver), amelynek meglete szintén komoly pozitívum, hiszen ez a készülék kifejezetten katonai felhasználásra készült, és több NATO tagállamban, többek között Magyarországon is használatban van. Sajnos a megjelenített funkciók tekintetében már nincs okunk nagyobb öröme, hiszen a készülék semmi másra nem használható, mint a pozíciónk meghatározására. A kijelzőjén MGRS formátumban megjelenő érték viszont pontos és megegyezik a térképről leolvasható pozícióval. A készülék jelenléte a tájolóhoz hasonlóan beállítható, tehát alapesetben megjelenik a térkép nézetben, valamint a háromdimenziós nézetben rövid időre, vagy tartósan a képernyőre helyezhetjük.

Mindenképpen pozitívumnak tekinteném, ha GPS funkcionalitását a jövőben sikerülne kibővíteni, és a DAGR által nyújtott kifejezetten katonai igényeket kielégítő funkciókat, mint például a veszélyes területek opció használatát az alkalmazásban is kamatoztatni tudnánk.

### *A beépített távcső használata*

A távcső használata nagyban megkönnyítheti a tereptárgyak és az ellenség felderítését, valamint segítséget nyújt az álláspontunk meghatározásában és a különböző objektumok távolságának lemérésében. A szoftver alapkonfigurációjának részét képezi az M22 típusú távcső integrációja, amely tökéletesen kielégítheti az eszköz felé támasztott általános követelményeket. A típus illeszkedik az alkalmazásban megtalálható többi tájékozódást segítő eszközzel való kompatibilitási portfólióba, hiszen a szátkereszt beosztásai itt is a MILS vonásrendszer szerint kerültek kialakításra. Az optikai nézetet választva a látómező és a terep, valamint a tereptárgyak megjelenítése úgynevezett dinamikus módon történik, azaz a megfigyelt terület részletessége a nagyítás mértékével arányosan nő. A távcső szátkeresztjén megjelenő, a valósággal teljes mértékben egyező skála segítségével, továbbá a vonásképlet alkalmazásával könnyedén kiszámolhatjuk a kívánt tereptárgy távolságát. Az eszköz részletesen kidolgozott és használati funkciói a valóságnak megfelelnek.

Az alkalmazás által nyújtott tájékozódási lehetőségek és eszközök összességében tartalmazzák az alapvető összetevőket és szimulációs környezetben nagyban segíthetik elsősorban a feladatok végrehajtását, továbbá lehetőséget nyújthatnak arra is, hogy a terepi tájékozódás legfontosabb mozzanatait is gyakoroljuk. Az általam hiányolt funkciók beépítésével és a már meglévők továbbfejlesztésével széleskörű lehetőségek nyílnak meg a tereptani felkészítés számára is. Ezzel lehetőség lenne arra, hogy számítógépes laborban gyakoroljuk a fő feladatokat, majd az alapismeretek megszerzése után eredményesebb munkát végezhessünk valós körülmények között.

### *Összegzés*

A tanulmány elkészítése során a terep és terepelemek, valamint a meteorológiai tényezők elméleti áttekintésében röviden összefoglaltam, hogy milyen tényezők és milyen módon határozhatják meg, vagy befolyásolhatják a harcászati feladatok végrehajtását, illetve ezek ismeretében milyen szakmai tulajdonságokkal kell rendelkeznie egy ilyen jellegű virtuális harcászati szimulációnak.

Az elméleti ismeretek rendszerezését követően a fő célom az volt, hogy a szoftveres környezetben megjelenített különböző terepelemeket és meteorológiai összetevőket a lehető legmélyebb mértékben megvizsgáljam. Eközben igyekeztem a különböző összetevők megjelenését és a fizikai tulajdonságaikat, illetve ezek egymásra való kölcsönhatását és harmonizációját is elemezni.

A szakmai követelményeket szem előtt tartva fontosnak tartottam, hogy az alkalmazás fent említett tulajdonságain túl a harcászati feladatok végrehajtása közben felmerülő tájékoztatói lehetőségeket külön is megvizsgáljam. Ennek alkalmával részletesen áttekintettem a rendelkezésre álló és beépített eszközöket, ezek tulajdonságait és funkcionalitását és realisztikusságát.

A tanulmány elkészítése és a szimulációs rendszer tesztelése közben sokszor talán túl kritikusán is fogalmaztam meg véleményem a különböző kérdéskörökben. Bizonyos esetekben nem tagadom, hogy a legmélyebb szakmai megfelelésig elé állítottam az alkalmazást. Ennek viszont célja volt, ugyanis egy ilyen jellegű szoftver esetében sohasem beszélhetünk véglegesen elkészült termékről, tehát mindig vannak fejlesztésre szoruló összetevők és a fejlesztők számára a felhasználók által megfogalmazott kritikák lehetnek a legfontosabb támpontok a fejlesztés irányára vonatkozóan. Szintén a gyártó cég mellett szól, hogy a fejlesztéssel egy hatalmas munkát vállaltak fel, hiszen a virtuális világ megteremtése és a valóság szimulációja a legnagyobb kihívások egyike, sőt mi több ezt a rendszert még a felhasználási iránynak megfelelő szakmai tulajdonságokkal is fel kell vértetni.

A szimulátor adottságainak vizsgálata során végeredményben arra a következtetésre jutottam, hogy az alkalmazás rendelkezik azokkal az alapvető tereptani és meteorológiai tulajdonságokkal, amelyek alkalmassá tehetik arra, hogy megközelítőleg jó mértékben visszaadja a valós körülmények között tapasztalható állapotokat. Az általam említett hiányosságok egy része (elsősorban a terepelemek grafikus megjelenítésének vonatkozásában), a szoftver elkészítési célját tekintve végeredményben nélkülözhető, de a teljes realisztikussághoz mindenképpen hozzátartoznak és mivel nekem a szakmai szempontok alapján kellett értékelést készítenem ezeket nem hagyhattam figyelmen kívül. Több adottságon és tulajdonságon azonban nem léphetünk túl ilyen egyszerűen. Számomra talán a legnagyobb hiányosságot jelentette a terepjárhatóság különböző hatásokra történő váltakozásának nem elégséges megjelenése, valamint a talajfelszín és mesterséges felületek statikus viselkedése. További fájó területnek tekintem a hőmérséklettel kapcsolatos beállítási lehetőségek, valamint az évszakos változások hiányát, amelyek egyrészt érthetetlenek is számomra, hiszen más meteorológiai elemek ellenben nagyon jól kidolgozottak. Mindezek mellett bizonyos objektumok fizikai tulajdonságai mutattak még anomáliákat, elsősorban az épületek és elemeinek konzisztenciájára és a növényzet és más objektumok kölcsönhatására gondolva.

A pozitív tulajdonságok felsorolását hosszan megtehetném, azonban itt is csak a nekem leginkább fontos elemeket fogom nevesíteni. A domborzat és felszíni szintkülönbségek tekintetében nagyon jól kidolgozott ezek leküzdésének nehézsége, amely elsősorban gyalogos

módban jelenik meg a mozgás sebességének, a folyamatosan fáradó emberi szervezetnek és a szintkülönbségek kontextusában. Nagyon jó lehetőségek adóttak a víz mozgásainak és sodrásának megjelenítésére, amelyek példaértékűen jól beállíthatók. A meteorológiai tényezők közül külön dicséret illetheti a felhőzottságra és csapadéokra vonatkozó lehetőségeket, valamint ezek szimuláció közbeni késleltetett változását. A terepi tájékozódás kérdéskörében szólnom kell a térkép jó kimunkáltságáról, és elsősorban a tájoló helyes beépítettségéről. Továbbá nem igazán szakmai kérdésnek tekinthető, de mindemellett nagyon hasznos a szoftver első használatakor elvégezhető tanító célú, az irányítási lehetőségeket bemutató küldetések beépítése, amelyek között egy tájékozódásra specializálódott is megtalálható.

Mindezek ismeretében kijelenthetem, hogy általánosságban véve a szoftvernek mindenképpen helye van a modern katonai kiképzésben és különösen a katonai felsőoktatásban, hiszen képes jól szimulálni az alapvetően felmerülő körülményeket, valamint a legmodernebb lehetőségeket kínálja arra, hogy az elméleti felkészítést szélesítsük és fejlesszük. A legszűkebb szakmai szempontokat figyelembe véve pedig alkalmas arra, hogy az alapvető tájékozódási és tereptani ismereteket szemléletesen megjelenítse.

Mivel az alkalmazást több ország hadserege használja kiképzési és felkészítési célra, közös együttműködés keretében, a szoftver és egy jól kiépített számítógépes hálózat segítségével megnyílik a lehetőség arra, hogy akár nemzetközi gyakorlatokat is lebonyolíthassunk a jelentős volumenű szervezési és logisztikai költségek csökkentésével, vagy megtakarításával.

Az egyik legnagyobb értékének azonban mégis azt tartom, hogy olyan potenciális műveleti területeken is hajthatunk végre virtuális gyakorlást és felkészítést, ahol a jövőben nemzetközi szerepvállalás keretében feladatokat láthatunk el.

#### *Felhasznált irodalom*

1. A Magyar Honvédség szárazföldi haderőnemének harcszabályzata IV. rész szakasz, raj, kezelőszemélyzet, honvéd. A Magyar Honvédség kiadványa 2012.
2. Krajnc Zoltán: Az asszimetrikus hadviselés, fenyegetés alapkérdései, Repüléstudományi Közlemények (ISSN: 1417-0604) (eISSN: 1789-770X) 20: (1) p. online. 7 p. (2008)
3. Krajnc Z. – Ruttai L.: Terrorizmus, légi fenyegetettség, haderőfejlesztés, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 2003:(4) pp. 123-129. (2003)FM 34-130 Headquarters Department of the Army Washington, DC, 8 July 1994
4. Magyar Honvédség: Katonai tereptan (Ált/204). Bp., 1991.
5. HQ Department of the U.S. Army: Map Reading and Land Navigation (FM 3-25.26). Washington, 2006.



6. Krajnc Zoltán, Ruttai László, Dudás Zoltán: A légtér feletti ellenőrzés képességének szintjei, Repüléstudományi Közlemények 2: pp. 125-131. (2002)
7. HQ Department of the U.S. Army: Terrain Intelligence (FM 30-10). Washington, 1967.
8. Bohemia Interactive Simulations: VBS3 Administrator Manual (Version 3.6.0). 2014.
9. Bohemia Interactive Simulations: VBS3 User Manual (Version 3.6.0). 2014.  
Bohemia Interactive Simulations: VBS3 Editor Manual (Version 3.6.0). 2014.